

Scaffolding Teknik Cueing Berbantuan Artificial Intelligence pada Model Inkuiri Terbimbing: Pengaruhnya terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa dalam Mengklasifikasi Praktikum Asam Basa

Juwita Nainggolan ¹, Muhammad Haris Effendi Hsb ^{2*}, Asmiyunda ³, Zurweni ⁴, Afrida ⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Universitas Jambi, Indonesia

* ariseffendi127@gmail.ac.id

Abstrak

Urgensi penelitian ini terletak pada perlunya inovasi pembelajaran berbantuan AI melalui teknik cueing untuk memperkuat keterampilan proses sains siswa dalam mengklasifikasi sifat asam-basa secara lebih terarah dan efektif. Keterampilan proses sains siswa pada indikator mengklasifikasi dalam kegiatan praktikum asam basa perlu dikembangkan melalui penerapan strategi pembelajaran yang dapat memberikan bantuan sesuai dengan kebutuhan belajar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan teknik scaffolding cueing berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) pada model inkuiri terbimbing terhadap keterampilan proses sains siswa pada indikator mengklasifikasi dalam praktikum asam basa. Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan desain *Sequential Explanatory* dan metode quasi eksperimen dengan rancangan *Only Posttest Control Group Design*. Sampel penelitian terdiri atas 68 siswa yang dibagi menjadi kelas eksperimen dan kelas kontrol, masing-masing berjumlah 34 siswa. Kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa scaffolding teknik cueing berbantuan AI pada model inkuiri terbimbing, sedangkan kelas kontrol menggunakan model inkuiri terbimbing dengan bimbingan langsung berbantuan AI. Instrumen penelitian berupa lembar observasi dan tes esai keterampilan proses sains pada indikator mengklasifikasi. Analisis data dilakukan menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji Mann-Whitney. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan mengklasifikasi siswa pada kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,019 ($< 0,05$), yang menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelas. Hasil analisis effect size diperoleh nilai r sebesar 0,284 yang termasuk kategori sedang. Dengan demikian, penerapan scaffolding teknik cueing berbantuan AI pada model inkuiri terbimbing berpengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa pada indikator mengklasifikasi dalam praktikum asam basa dan dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran untuk mendukung peningkatan keterampilan proses sains siswa.

Kata Kunci: *Scaffolding Teknik Cueing, Artificial Intelligence, Model Inkuiri Terbimbing, Keterampilan Proses Sains, Praktikum Asam Basa.*

Pendahuluan

Upaya meningkatkan mutu pendidikan nasional, diperlukan sistem pembelajaran yang mampu mengembangkan potensi peserta didik secara optimal. Pendidikan di Indonesia diatur oleh Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, yang menekankan bahwa pendidikan bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik secara utuh, termasuk kemampuan berpikir kritis, analitis, dan ilmiah melalui proses pembelajaran

<https://doi.org/10.54065/pelita.6.2.2026.1640>

yang aktif dan bermakna (Riandeni et al., 2022; Dewi et al., 2023). Pada era saat ini, proses pembelajaran mulai berkembang menuju arah yang lebih aktif dan bermakna. Dibutuhkan penerapan strategi pembelajaran yang inovatif dan bermakna agar dapat meningkatkan keterlibatan serta pemahaman siswa (Sururuddin et al., 2025).

Pembelajaran bermakna adalah salah satu model dalam pendidikan yang menekankan hubungan antara pengetahuan baru dan pengalaman siswa yang sudah ada, sehingga belajar menjadi lebih relevan dan mendalam (Fatmawaty, 2024). *Deep Learning* pada dasarnya merupakan suatu proses pembelajaran yang dapat menambah pengalaman peserta didik melalui masalah-masalah yang terdapat di lingkungan sekitarnya, melalui upaya yang sistematis berdasarkan konsep-konsep yang relevan (Fatmawaty, 2024). Salah satu target hasil belajar dari menerapkan *deep learning* adalah dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa (Khansa & Bintartik, 2026). *Deep learning* bertujuan untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam menciptakan, menerapkan, dan menggunakan pengetahuan secara bermakna di dunia nyata (Fitriani & Santiani, 2025). Konsep ini berfokus pada keterlibatan mendalam antara siswa dan guru melalui pembelajaran, tugas-tugas pembelajaran mendalam, serta penggunaan alat digital yang mendukung. *Deep learning* berperan dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep sekaligus melatih keterampilan proses sains (Anzani et al., 2026).

Keterampilan proses sains adalah kemampuan yang digunakan seseorang untuk memahami dan memecahkan masalah (Astalini et al., 2022; Bestari et al., 2022). Berdasarkan penelitian terdahulu, keterampilan proses sains adalah suatu aktivitas kognitif dan fisik yang bertujuan untuk mengumpulkan serta mengorganisasi informasi, yang kemudian digunakan untuk membuat prediksi, menjelaskan fenomena, menyelesaikan masalah, memahami proses ilmiah, dan mempelajari ilmu pengetahuan (Gizaw & Sota, 2023). Keterampilan proses sains memiliki 8 komponen yaitu mengajukan hipotesis, mengajukan pertanyaan, observasi/mengamati, mengukur, mengklasifikasi, menafsirkan/memaknai data, membuat kesimpulan/menjawab pertanyaan dan mengkomunikasikan (Gizaw & Sota, 2023). Melalui penguasaan delapan keterampilan proses sains, siswa diharapkan menunjukkan hasil belajar yang lebih baik dan maksimal.

Nilai keterampilan proses sains siswa Indonesia masih tergolong kurang baik dengan rata-rata sebesar 20% – 50% (Purnamasari et al., 2021). Selain itu, relevan dengan penelitian lainnya yang menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa masih rendah, terutama dalam keterampilan mengamati, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan, menginterpretasikan data, mengklasifikasi serta mengkomunikasikan hasil temuan (Siswanto et al., 2016). Hal ini sejalan dengan hasil wawancara bersama guru kimia dan beberapa siswa di SMA Negeri 13 Kota Jambi pada Bulan Oktober 2025, diketahui bahwa keterampilan proses sains siswa selama kegiatan praktikum masih tergolong rendah, dengan persentase capaian sekitar 40% siswa yang mampu menunjukkan keterampilan mengklasifikasi dengan baik selama kegiatan praktikum berlangsung. Hal ini tercermin dari kesulitan yang dialami siswa dalam hampir seluruh aspek indikator keterampilan proses sains. Di antara indikator tersebut, kemampuan dalam mengamati menunjukkan capaian yang paling rendah. Oleh sebab itu, penerapan bimbingan scaffolding dengan teknik cueing sangat diperlukan untuk meningkatkan keterampilan proses sains pada materi kimia (Muslikah et al., 2025; Nurdin et al., 2024; Pratiwi & Ad'hiya, 2025).

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, masih terdapat beberapa kendala dalam penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing. Ketidaksesuaian metode dengan kondisi kelas,

penggunaan metode ceramah, dan kesulitan siswa dalam memahami materi menjadi beberapa kendala dalam penerapan model tersebut (Yuliawati et al., 2025). Model pembelajaran inkuiri terbimbing lebih efektif jika didukung pembelajaran yang mendorong siswa berkembang secara optimal dalam *zone of proximal development*. Salah satu strategi yang diharapkan mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa adalah scaffolding (Afsari et al., 2026; Kumalasari & Supeno, 2026).

Scaffolding adalah bentuk dukungan yang diberikan oleh guru ketika siswa tidak mampu menyelesaikan tugas tanpa bantuan (Tanggu et al., 2023; Putri et al., 2022). Dukungan tersebut dapat berupa petunjuk, peringatan, motivasi dan penyederhanaan masalah dengan tujuan membantu siswa belajar secara mandiri. *Scaffolding* ini berfungsi sebagai bantuan siswa yang lebih sedikit intensif, memecahkan masalah dan mencapai hasil pembelajaran yang efektif (Gusmardin et al., 2019). Terdapat empat teknik dalam *scaffolding*, yaitu *questioning* (pertanyaan yang memancing berpikir kritis kepada siswa), *prompting* (bantuan singkat atau petunjuk kecil yang membantu siswa menemukan jawaban tanpa langsung diberi tahu), *cueing* (memberikan isyarat nonverbal atau verbal agar siswa menyadari kesalahan atau fokus pada aspek tertentu), dan *explaining* (penjelasan langsung dari guru untuk membantu siswa memahami konsep yang sulit atau memperkuat pemahaman).

Kecerdasan Buatan (*AI*) adalah kemampuan yang dimiliki komputer untuk berpikir dan belajar layaknya manusia. Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) mengacu pada kemampuan mesin untuk meniru kecerdasan manusia dalam mempelajari, berpikir, dan mengambil keputusan (Annisa, 2024; Harianti et al., 2025). Ini melibatkan penggunaan algoritma dan teknik komputasi yang kompleks untuk mengolah data, mengenali pola, dan membuat prediksi atau tindakan yang cerdas. Banyak contoh platform *AI* yang tersedia secara gratis di berbagai situs web, seperti ChatGPT, Perplexity *AI*, Google *AI* Platform, dan Smodin *AI*. Dengan adanya bantuan *AI*, siswa dapat lebih terbantu dalam proses pembelajaran, termasuk saat melakukan praktikum pada mata pelajaran kimia (Rusman et al., 2024).

Hal ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa salah satu pendekatan untuk meningkatkan keterampilan proses sains adalah dengan metode praktikum (Putri et al., 2022). Kegiatan praktikum tidak hanya mengembangkan keterampilan proses, tetapi juga keterampilan psikomotorik dan kognitif. Salah satu topik kimia yang bisa dijadikan objek praktikum ini adalah asam basa. Asam adalah zat yang dapat menghasilkan ion hidrogen (H^+) ketika dilarutkan dalam air, memiliki rasa asam, dan memiliki nilai pH kurang dari 7. Pemahaman peserta didik terhadap konsep Asam Basa masih menjadi tantangan dalam pembelajaran kimia. Seperti diketahui bahwa materi yang sering menimbulkan kesulitan meliputi Asam Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam. Hal ini diperkuat oleh hasil wawancara di SMA Negeri 13 Kota Jambi pada Oktober 2025 yang menunjukkan bahwa tingkat pemahaman siswa terhadap materi Asam Basa masih tergolong rendah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa *scaffolding* dapat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan proses sains, sedangkan pembelajaran inkuiri terbimbing dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat dalam proses penyelidikan. Namun, penerapan teknik *cueing* berbantuan *Artificial Intelligence* (*AI*) dalam model inkuiri terbimbing, khususnya untuk meningkatkan keterampilan proses sains pada indikator mengklasifikasi dalam praktikum asam basa, belum dijelaskan secara khusus dalam uraian penelitian terdahulu yang menjadi dasar penelitian ini. Kondisi tersebut menunjukkan adanya celah penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan *scaffolding* teknik *cueing* yang didukung

Artificial Intelligence (AI) dalam model inkuiri terbimbing untuk membantu siswa mengembangkan keterampilan proses sains pada indikator mengklasifikasi dalam praktikum asam basa. Berdasarkan permasalahan dan celah penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan teknik scaffolding cueing berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) pada model inkuiri terbimbing terhadap keterampilan proses sains siswa pada indikator mengklasifikasi dalam praktikum asam basa.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode kombinasi (*mixed methods*) dengan desain *Sequential Explanatory*. Desain ini diawali dengan pengumpulan dan analisis data kuantitatif pada tahap pertama, yang kemudian diperdalam dan diperjelas melalui pengumpulan dan analisis data kualitatif pada tahap kedua. Pendekatan kuantitatif menerapkan rancangan *Only Posttest Control Group Design*.

Tabel 1. *Only Posttest Control Group Design*

Kelompok	KPS Awal	Perlakuan	KPS Akhir
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	Y	O ₄

Keterangan: X: perlakuan bimbingan scaffolding teknik cueing dengan model inkuiri terbimbing pada kelas eksperimen, Y: perlakuan dengan model inkuiri terbimbing pada kelas kontrol, O₁: penilaian KPS awal pada kelas eksperimen, O₂: penilaian KPS akhir pada kelas eksperimen, O₃: penilaian KPS awal pada kelas kontrol, O₄: penilaian KPS akhir pada kelas kontrol.

Desain *Only Posttest Control Group Design* merupakan metode penelitian yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Sebelum perlakuan, dilakukan observasi untuk mengetahui kondisi awal keterampilan proses sains siswa. Kelas eksperimen diberi perlakuan berupa bimbingan scaffolding teknik cueing berbantuan AI dengan model inkuiri terbimbing, sedangkan kelas kontrol menggunakan bimbingan langsung berbantuan AI dengan model inkuiri terbimbing. Setelah perlakuan, siswa diberikan tes esai (*posttest*) untuk mengukur keterampilan proses sains. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara kuantitatif dan didukung oleh data kualitatif melalui lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran oleh observer semi-terstruktur pascapembelajaran untuk menginterpretasikan hasil penelitian.

Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas XI Sains di SMA Negeri 13 Kota Jambi pada Tahun Ajaran 2025/2026. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan kriteria kesetaraan nilai dasar akademis siswa dan homogenitas latar belakang kelas. Sampel akhir terdiri atas dua kelas, yaitu kelas XI Sains 5 sebagai kelas eksperimen ($n = 34$ siswa) yang diajar menggunakan model inkuiri terbimbing dengan teknik scaffolding cueing berbantuan AI, serta kelas XI Sains 4 sebagai kelas kontrol ($n = 34$ siswa) yang diajar menggunakan model inkuiri terbimbing dengan pendekatan bimbingan langsung oleh guru berbantuan AI.

Data penelitian dikumpulkan melalui lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan tes esai keterampilan proses sains pada indikator mengklasifikasi. Tes esai digunakan untuk mengukur kemampuan siswa dalam mengklasifikasikan berdasarkan data atau hasil pengamatan pada praktikum asam basa. Data kuantitatif dianalisis menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas. Jika data berdistribusi normal dan homogen, pengujian hipotesis dilakukan dengan uji-*t* independen, sedangkan jika data tidak berdistribusi normal digunakan

uji Mann–Whitney. Data kualitatif dari lembar observasi keterlaksanaan dianalisis secara deskriptif untuk mendukung hasil penelitian.

Hasil dan Pembahasan

Lembar Observasi Keterlaksanaan

Penelitian ini dilakukan di SMAN 13 Kota Jambi pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 dikelas XI Fase F. Penelitian ini dilakukan pada dua kelas yaitu XI sains 5 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI sains 4 sebagai kelas kontrol masing-masing 34 siswa. Pada masing-masing kelas diberikan perlakuan yang berbeda untuk melihat keterampilan proses sains pada materi asam basa. Kelas eksperimen diberikan bimbingan *scaffolding* teknik *cueing* berbantuan AI dengan model inkuiri terbimbing dan kelas kontrol diberikan bimbingan langsung berbantuan AI dengan model inkuiri terbimbing. Pada hasil penelitian ini akan ditampilkan data-data hasil penelitian yang diperoleh dari lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan *posttest* berupa tes *essay* pada kedua sampel.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan selama tiga pertemuan pada materi asam basa, terlihat adanya peningkatan keterampilan proses sains siswa pada indikator mengklasifikasi baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Namun, peningkatan yang terjadi pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Pada kelas eksperimen, siswa belajar menggunakan *scaffolding* teknik *cueing* berbantuan AI. Pada pertemuan pertama, siswa masih beradaptasi dengan penggunaan AI sehingga beberapa siswa masih mengalami kesulitan dalam merumuskan pertanyaan dan menyusun hipotesis yang sesuai dengan permasalahan yang diberikan. Pada pertemuan kedua, siswa mulai terbiasa menggunakan petunjuk yang diberikan AI sehingga membuat hipotesis mengalami peningkatan. Pada pertemuan ketiga, sebagian besar siswa sudah mampu merumuskan masalah dan menyusun hipotesis secara lebih mandiri, logis, dan sesuai dengan konsep yang dipelajari, pada kelas kontrol yang menggunakan model inkuiri terbimbing dengan bimbingan langsung guru, siswa juga menunjukkan peningkatan pada setiap pertemuan. Namun, selama proses pembelajaran siswa masih lebih banyak bergantung pada arahan guru dalam menyusun hipotesis. Meskipun kemampuan siswa meningkat pada pertemuan ketiga, kualitas pertanyaan serta ketepatan hipotesis yang dibuat masih lebih rendah dibandingkan kelas eksperimen.

Tabel 2. Hasil Gabungan Lembar Observasi Keterlaksanaan

Pert-	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1	Siswa masih beradaptasi dengan penggunaan <i>scaffolding</i> teknik <i>cueing</i> berbantuan AI. Pada indikator mengklasifikasi, sebagian siswa masih kesulitan mengelompokkan larutan berdasarkan hasil pengamatan.	Siswa masih memerlukan banyak bimbingan guru dalam mengklasifikasikan larutan dan menentukan kategori yang tepat..
2	Siswa mulai terbiasa menggunakan AI. Kemampuan mengklasifikasi mulai meningkat dan siswa lebih mampu menghubungkan hasil pengamatan dengan konsep asam basa.	Kemampuan mengklasifikasi mulai meningkat, namun sebagian siswa masih memerlukan arahan guru dalam mengelompokkan data.
3	Siswa mampu mengklasifikasikan larutan dengan lebih tepat dan mandiri berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh.	Siswa menunjukkan peningkatan dalam mengklasifikasi, tetapi sebagian masih bergantung pada bimbingan guru dalam menentukan kategori larutan.

Secara keseluruhan, hasil observasi menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* teknik *cueing* berbantuan AI pada kelas eksperimen efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada indikator mengklasifikasi dibandingkan pembelajaran pada kelas kontrol.

Berdasarkan hasil observasi dari pertemuan pertama hingga pertemuan ketiga, keterampilan proses sains siswa pada indikator mengklasifikasi menunjukkan peningkatan yang signifikan baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Namun, peningkatan yang terjadi pada kelas eksperimen lebih konsisten dan lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol, yang menunjukkan efektivitas intervensi pembelajaran melalui bimbingan *scaffolding* teknik *cueing*.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* teknik *cueing* berbantuan AI mampu membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan mengklasifikasi secara lebih optimal dibandingkan pembelajaran dengan bimbingan langsung. Hasil penelitian ini diperkuat penelitian yang menyatakan bahwa *scaffolding* dapat meningkatkan keterampilan proses sains melalui pemberian bantuan secara bertahap hingga siswa mampu belajar secara mandiri (Rahmasiwi, 2015). Pendekatan *scaffolding* mampu membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam melalui bantuan yang disesuaikan dengan kebutuhan belajar mereka (Ningrum et al., 2021). Pemanfaatan AI dalam penelitian ini berfungsi sebagai sumber bantuan yang memberikan petunjuk, arahan, dan umpan balik selama proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* dalam pembelajaran inkuiri dapat membantu meningkatkan kemampuan keterampilan proses sains siswa melalui pemberian bimbingan yang diberikan secara bertahap sesuai kebutuhan belajar siswa (Handayanto et al., 2024). Hasil ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa *scaffolding* dalam pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa (Tiaradipa et al., 2020). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan *scaffolding* teknik *cueing* dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa.

Tes Essay (Posttest)

Berdasarkan hasil data tes essay keterampilan proses sains siswa pada indikator mengklasifikasi selama tiga kali pertemuan, Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa di kelas eksperimen mengalami peningkatan keterampilan proses sains yang lebih signifikan dibandingkan kelas kontrol, terutama pada indikator mengklasifikasi. Pada materi asam basa, siswa di kelas eksperimen mampu melakukan pengamatan yang lebih teliti terhadap perubahan kertas lakmus tentang sifat larutan, pengukuran pH dan sifat larutan dan nilai pH dalam kehidupan sehari-hari. Penerapan *scaffolding* dengan teknik *cueing* memberikan dukungan bertahap yang membantu siswa mengembangkan keterampilan mengklasifikasi tentang hasil yang terjadi berdasarkan data yang ada berdasarkan tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Kumulatif Rata-rata Skor Posttest

Kelas	Pertemuan	Rerata	Kategori
Eksperimen	1	2	Cukup terampil
	2	2,3	Cukup terampil
	3	2,6	Cukup terampil
Rata-Rata		2,2	Cukup Terampil
Kontrol	1	1,3	Kurang Terampil
	2	1,5	Kurang Terampil
	3	1,8	Kurang Terampil
Rata-Rata		1,5	Kurang Terampil

Pengujian normalitas pada penelitian ini menggunakan metode *Test of Normality Shapiro-Wilk*. Pemilihan metode tersebut didasarkan pada jumlah sampel penelitian yang relatif kecil, yaitu kurang dari 50 responden, dengan total sampel sebanyak 34 siswa.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Eksperimen	.117	34	.200 [*]	.951	34	.128
Kontrol	.273	34	.000	.846	34	.000

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan data pada Tabel 4 diperoleh nilai signifikansi pada kelas eksperimen sebesar 0,128, sedangkan pada kelas kontrol diperoleh signifikansi sebesar 0,000. Berdasarkan kriteria pengambilan keputusan pada uji normalitas, data pada kelas eksperimen dapat dikatakan berdistribusi normal karena nilai signifikansinya $>0,05$. Sementara itu, data pada kelas kontrol dinyatakan tidak berdistribusi normal karena nilai signifikansi yang diperoleh $<0,05$. Hal ini mengindikasikan bahwa asumsi normalitas untuk keseluruhan data penelitian tidak terpenuhi sepenuhnya, sehingga pengujian hipotesis pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji nonparametrik. Dalam penelitian ini, pengujian homogenitas dilakukan dengan menggunakan *Levene's Test*. Uji ini digunakan dengan membandingkan penyimpangan nilai setiap kelompok terhadap nilai pusatnya, kemudian menganalisis varians dan penyimpangan tersebut.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai	Based on Mean	1,555	1	66	.217
	Based on Median	2,167	1	66	.146
	Based on Median and with adjusted df	2,167	1	65.569	.146
	Based on trimmed mean	1,642	1	66	.205

Berdasarkan data yang diperoleh sebagaimana disajikan pada Tabel 5 diperoleh hasil pada bagian *based on mean* dengan nilai signifikansi sebesar 0,217. Hal ini menunjukkan bahwa hasil uji homogenitas memiliki varians yang sama atau homogen karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, H_0 diterima dan H_1 ditolak. Terpenuhinya asumsi homogenitas mengindikasikan bahwa perbedaan yang muncul pada hasil penelitian bukan disebabkan oleh perbedaan variansi antar kelompok, melainkan oleh faktor perlakuan yang diberikan. Pengujian hipotesis dapat dilakukan menggunakan uji nonparametrik *two independent sample test* dengan metode *Mann-Whitney*. Hasil uji Mann-Whitney pada Tabel 6 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,019 ($< 0,05$), yang menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelas. Hal ini memperkuat bahwa peningkatan kemampuan mengklasifikasi kelas eksperimen merupakan dampak dari penerapan teknik *scaffolding cueing* berbantuan AI. Penggunaan uji nonparametrik ini juga sesuai dengan karakteristik data penelitian, sehingga menghasilkan kesimpulan yang lebih akurat

Tabel 6. Hasil Uji Mann Whitney

Hasil	
Mann-Whitney U	387,500
Wilcoxon W	982,500
Z	-2,347
Asymp. Sig. (2-tailed)	,019
a. Grouping Variable: kode_2	

Secara keseluruhan, Penerapan bimbingan *scaffolding* teknik *cueing* berbantuan AI lebih efektif dibandingkan siswa yang memperoleh bimbingan langsung berbantuan AI. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa penerapan *scaffolding* memberikan dukungan belajar yang membantu siswa mengatasi kesulitan selama proses pembelajaran, siswa menjadi lebih aktif, percaya diri, dan mampu mengembangkan kemampuan belajarnya

secara mandiri (Adinda Adinda et al., 2024). Peningkatan keterampilan proses sains pada kelas eksperimen terjadi karena selama proses pembelajaran siswa memperoleh bantuan berupa petunjuk, pertanyaan penuntun, dan umpan balik yang diberikan secara bertahap melalui teknik *cueing*. Bantuan tersebut membantu siswa memahami langkah-langkah penyelidikan ilmiah tanpa langsung memberikan jawaban sehingga siswa tetap aktif membangun pengetahuannya sendiri.

Kesimpulan

Penerapan *scaffolding* teknik *cueing* berbantuan AI melalui model inkuiri terbimbing terlaksana dengan baik dan mampu meningkatkan kemampuan mengklasifikasi pada pembelajaran mendalam praktikum asam basa. Siswa pada kelas eksperimen menunjukkan kemampuan mengklasifikasi yang lebih baik, lebih mandiri, dan lebih tepat dibandingkan kelas kontrol. Selain itu, terdapat pengaruh signifikan penerapan *scaffolding* teknik *cueing* berbantuan AI terhadap kemampuan mengklasifikasi siswa. Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil observasi dan tes esai yang lebih baik pada kelas eksperimen juga menunjukkan bahwa *scaffolding* teknik *cueing* berbantuan AI lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada indikator mengklasifikasi dibandingkan pembelajaran pada kelas kontrol.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada cakupan sampel yang hanya melibatkan 68 siswa dari dua kelas pada satu sekolah serta fokus pengukuran keterampilan proses sains pada indikator mengklasifikasi dalam praktikum asam basa. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel dan konteks pembelajaran yang lebih beragam serta mengkaji indikator keterampilan proses sains lainnya untuk memperoleh hasil yang lebih luas. Hasil penelitian ini memiliki implikasi bahwa penerapan *scaffolding* teknik *cueing* berbantuan AI melalui model inkuiri terbimbing dapat menjadi salah satu alternatif strategi pembelajaran dalam mendukung keterampilan proses sains siswa, khususnya pada kemampuan mengklasifikasi dalam kegiatan praktikum asam basa.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Afsari, E. E., Muslim, & Danawan, A. (2026). Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan teknik *scaffolding* untuk meningkatkan penalaran ilmiah siswa pada materi fluida statis. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 3643–3651. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2575>
- Annisa, R. (2024). Kecerdasan buatan dalam pendidikan: Potensi dan tantangan implementasinya. *Jurnal Ekonomi & Pendidikan*, 21(1). <https://doi.org/10.21831/jep.v21i1.74795>
- Anzani, Y. A., Basri, F. A. ., Choer, R. Z., & Nana, N. (2026). Integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam Pembelajaran IPA terhadap Literasi Digital Siswa untuk Mendukung Pembelajaran Mendalam. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 6(1), 485–495. <https://doi.org/10.54065/pelita.6.1.2026.1368>
- Astalini, A., Darmaji, D., Kurniawan, D. A., & Putri, W. A. (2022). Deskripsi keterampilan proses sains dasar siswa di SMA 6 Muaro Bulian. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika*

dan Ilmu Pengetahuan Alam, 11(2), 1–11.
<https://doi.org/10.22437/jmpmipa.v12i1.25423>

- Bestari, F., Ramlawati, R., & Yunus, S. R. (2022). Penerapan LKPD berbasis KPS untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar peserta didik. *Jurnal IPA Terpadu*, 6(2). <https://doi.org/10.35580/ipaterpadu.v6i2.20208>
- Dewi, P. S., Widodo, A., Rochintaniawati, D., & Prima, E. C. (2023). How far are students' science thinking in inquiry learning? *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v6i1.13741>
- Fatmawaty. (2024). Deep learning: Sebuah pendekatan untuk pembelajaran bermakna. *Harmoni Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 1(1), 71–85. <https://doi.org/10.62383/hardik.v1i1.2121>
- Fitriani, A., & Santiani. (2025). Analisis literatur: Pendekatan pembelajaran *deep learning* dalam pendidikan. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 2(3), 50–57. <https://doi.org/10.61722/jinu.v2i3.4357>.
- Gizaw, G. G., & Sota, S. S. (2023). Improving science process skills of students: A review of literature. *Science Education International*, 34(3), 216–224. <https://doi.org/10.33828/sei.v34.i3.5>
- Gusmardin, Y., Bektiarso, S., & Wicaksono, I. (2019). Pengaruh model pembelajaran *guided inquiry* disertai *scaffolding prompting questioning* terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi gerak lurus di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 8(2), 93–100. <https://doi.org/10.19184/jpf.v8i2.11670>.
- Handayanto, S. K., Fawaiz, S., & Taufiq, A. (2024). Using e-scaffolding to develop students' scientific reasoning through inquiry-based learning. *Obrazovanie i Nauka*, 26(3), 69–90. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2024-3082>
- Harianti, H., Kadarohman, A., & Anwar, S. (2025). The intersection of AI and science education in Indonesia: A path forward. *Journal of Science Education Research*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.21831/jser.v9i1.74872>
- Khansa, N. A., & Bintartik, L. (2026). Pengaruh implementasi model *Problem Based Learning* berbasis pendekatan *Deep Learning* materi ekosistem terhadap keterampilan proses sains siswa kelas III SD. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 14(1). <https://doi.org/10.20961/jkc.v14i1.116765>
- Kumalasari, A. E., & Supeno. (2026). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan bantuan *scaffolding* kognitif terhadap keterampilan menulis ilmiah dan hasil belajar siswa SMP. *PENDIPA Journal of Science Education*, 10(2), 313–322. <https://doi.org/10.33369/pendipa.10.2.313-322>
- Muslikah, S., Effendi Hsb, M. H., & Romundza, F. (2025). Pengaruh bimbingan *scaffolding* terhadap keterampilan proses sains dalam pembelajaran kimia hijau. *Al-Muaddib: Jurnal Kajian Ilmu Kependidikan*, 7(4). <https://doi.org/10.46773/muaddib.v7i4.2300>
- Ningrum, D. P., Budiyo, M., & Susiyawati, E. (2021). Penerapan model pembelajaran *guided inquiry* dengan LKPD berbasis *scaffolding* untuk melatih keterampilan proses sains siswa. *PENSA E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 9(3), 399–406. <https://doi.org/10.26740/pensa.v9i3.41078>.

- Nurdin, M. A., Anwar, D. M., Nuryantini, A. Y., & Farida, I. (2024). Pengembangan instrumen penilaian keterampilan proses sains siswa pada materi asam basa melalui *Inquiry-Internet of Thing* (IIoT). *SPIN Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 6(1). <https://doi.org/10.20414/spin.v6i1.9403>
- Pratiwi, R. N., & Ad'hiya, E. (2025). Analisis keterampilan proses sains siswa pada materi asam basa. *ChemEdu*, 6(2). <https://doi.org/10.35580/chemedu.v6i2.72929>
- Purnamasari, J., Wardhani, S., & Nawawi, S. (2021). Analisis soal keterampilan proses sains (KPS) pada materi biologi di SMA Kota Palembang. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 7(1), 9–17. <https://doi.org/10.19109/bioilmi.v7i1.9484>
- Putri, B. C., Hendri, M., & Rasmi, D. P. (2022). Analisis kebutuhan bahan ajar e-modul berbasis pendekatan STEM dengan *scaffolding* untuk mendukung pembelajaran *hybrid learning* di SMA. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 10(1), 43–49. <https://doi.org/10.21831/jpms.v10i1.45002>
- Putri, W. A., Astalini, A., & Darmaji, D. (2022). Analisis kegiatan praktikum untuk dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 3361–3368. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2638>
- Riandeni, A., Yulianti, D., & Distrik, I. W. (2022). Pengembangan instrumen penilaian kognitif berbasis *student active learning* untuk meningkatkan *critical thinking* peserta didik sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 4720–4730. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2868>
- Rusman, I., Nurmala, Nurasti, Rahmadania, Wahyuni, & Qadrianti, L. (2024). Peran kecerdasan buatan dalam pembelajaran di era digital. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIM Sinjai*, 3, 42–46. <https://doi.org/10.47435/sentikjar.v3i0.3138>
- Siswanto, S., Yusiran, Y., & Fajarudin, M. F. (2016). Keterampilan proses sains dan kemandirian belajar siswa: Profil dan *setting* pembelajaran untuk melatihkannya. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 190–202. <https://doi.org/10.30870/gravity.v2i2.1136>
- Sururuddin, M., Alwi, M., Sariyanti, S., Fadilah, D., & Kudsiah, M. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran IPAS terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Sekolah Dasar (Media Peta Harta Karun di SD Islam Plus Tahfiz Darul Mujahidin NW Majidi). *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(2), 480–494. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.2.2025.939>
- Tanggu, L. L., Damayanti, N. W., Yuniarto, E., & Winarto, B. (2023). Scaffolding untuk siswa yang mengalami kesulitan pada materi fungsi. *Jurnal IKA PGSD (Ikatan Alumni PGSD) UNARS*, 13(1). <https://doi.org/10.36841/pgsdunars.v13i1.3084>
- Tiaradipa, S., Lestari, I., Effendi, M. H., & Rusdi, M. (2020). The development of scaffolding in inquiry-based learning to improve students' science process skills in the concept of acid and base solution. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 5(2), 211. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v5i2.42420>
- Yuliawati, A., Simbolon, B., Limbong, M., & Tampubolon, M. (2025). Peran generasi guru dalam membangun antusiasme belajar siswa generasi Alpha di SD ST Bellarminus Bekasi. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 6(3), 1792–1802. <https://doi.org/10.55681/jige.v6i3.4159>