

Pengaruh Teknik *Scaffolding Cueing* Terhadap Keterampilan Murid Dalam Mengukur pada Praktikum Asam Basa

Nessa Satriani¹ Muhammad Haris Effendi Hsb² Kriswantoro³ Yusnidar⁴ Zurweni⁵

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi,
Muaro Jambi, Provinsi Jambi^{1,2,3,4,5}

Email: nesasatriani@gmail.com¹ ariseffendi127@gmail.com² kriswantoro18@unja.ac.id³
yusnidar@unja.ac.id⁴ zurweni.noni@unja.ac.id⁵

Abstrak

Kemampuan mengukur merupakan landasan krusial bagi murid untuk mentransformasikan fakta empiris hasil pengamatan menjadi data kuantitatif yang valid sebagai dasar penarikan kesimpulan ilmiah. Namun, pembelajaran kimia di sekolah kerap menghadapi tantangan dalam melatih murid menyelaraskan hasil pengukuran praktikum dengan landasan teori ilmiah yang bersifat abstrak. Penelitian kuantitatif eksperimen semu menggunakan *Posttest-Only Control Group Design* ini bertujuan untuk menguji pengaruh penerapan teknik *scaffolding* berbantuan *Artificial Intelligence* (ChatGPT) dalam model Inkuiri Terbimbing terhadap kemampuan mengukur murid pada praktikum asam basa di SMAN Titian Teras. Sampel penelitian ditentukan melalui teknik *purposive sampling*, yang terdiri dari kelas XI F-5 sebagai kelas eksperimen yang diberi perlakuan *scaffolding cueing* berbantuan AI dan kelas XI F-6 sebagai kelas control yang diberikan perlakuan *scaffolding* bimbingan langsung berbantuan AI. Pengumpulan data dilakukan melalui instrumen tes uraian (*posttest*) untuk mengetahui tingkat keterampilan murid dalam mengukur. Pengujian hipotesis menggunakan statistik non-parametrik melalui uji *Mann-Whitney U* pada taraf signifikansi 0,05, karena data tidak berdistribusi normal. Hasil analisis statistik menggunakan uji *Mann-Whitney U*, diperoleh nilai signifikansi *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar $< 0,001$ ($p < 0,05$), hal ini yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara kuantitatif antara kedua kelompok. Oleh karena itu, pemberian petunjuk tidak langsung (*cueing*) secara bertahap dengan berbantuan AI (ChatGPT) terbukti efektif meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) murid dalam mengukur pada praktikum asam basa.

Kata Kunci: *Scaffolding Cueing*, ChatGPT, Inkuiri Terbimbing, Mengukur, Asam Basa



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Keterampilan proses sains menjadi bagian esensial dalam pengajaran IPA, khususnya pada tingkatan SMA. Keterampilan Proses Sains (KPS) mencakup jajaran kecakapan pokok yang diperlukan dalam kegiatan ilmiah, meliputi observasi, klasifikasi, pengukuran, interpretasi data, perumusan hipotesis, rancangan eksperimen, serta penyajian hasil (Kriswantoro et al., 2025). Keterampilan proses sains perlu ditingkatkan supaya murid tidak sekadar mengerti materi, melainkan juga cakap, aktif, inovatif, serta sanggup menghubungkan pembelajaran dengan keseharian nyata (Rahma & Wahyuni, 2025). Akan tetapi, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keterampilan proses sains murid masih tergolong rendah. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti rendahnya minat belajar murid, keterbatasan fasilitas pembelajaran, serta proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru (Masus & Fadhilaturrahmi, 2020). Dampaknya, murid masih mengalami kesulitan dalam mengembangkan berbagai aspek keterampilan proses sains, seperti mengamati, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan, menginterpretasikan data, memprediksi, dan mengomunikasikan hasil temuan (Hafidzah et al., 2025).

Hasil observasi yang dilakukan di SMAN Titian Teras H. Abdurrahman Sayoeti pada bulan Oktober 2025 menunjukkan bahwa murid masih mengalami kesulitan dalam mengembangkan keterampilan proses sains, khususnya pada aspek mengukur. Murid masih mengalami

kesulitan dalam menggunakan alat ukur secara tepat, membaca hasil pengukuran, serta mendeskripsikan data hasil pengukuran secara sistematis. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang mampu membantu murid menyelesaikan permasalahan secara bertahap sekaligus mendorong kemandirian belajar.

Salah satu strategi pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *scaffolding*. Strategi ini memberikan bantuan secara bertahap kepada murid sesuai tingkat kemampuannya sehingga murid mampu menyelesaikan tugas yang semula belum dapat dilakukan secara mandiri. Dalam proses pembelajaran, murid dengan kemampuan rendah umumnya memerlukan waktu yang lebih lama untuk menguasai konsep dibandingkan murid dengan kemampuan sedang maupun tinggi apabila tidak memperoleh bantuan yang memadai (Tiaradipa et al., 2020). Sementara itu, *scaffolding* berperan sebagai bantuan yang diberikan guru untuk mengarahkan murid memahami konsep dari tingkat sederhana menuju tingkat yang lebih kompleks (Retnodari et al., 2020). Bantuan tersebut dapat berupa petunjuk, dorongan, perintah, contoh, maupun strategi lain yang merangsang kesadaran metakognitif murid selama menyelesaikan masalah kompleks (Supeno et al., 2023). Studi terdahulu menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* dalam proses belajar terbukti dapat meningkatkan keterampilan proses sains murid (Haryati et al., 2024). *Scaffolding* dengan teknik *cueing* terbukti paling efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains murid terutama pada aspek mengukur (Muslikah et al., 2025). Dengan demikian, diharapkan murid dapat mengembangkan keterampilan proses sains terutama pada aspek mengukur secara sistematis melalui bimbingan *scaffolding cueing*.

Penerapan *scaffolding* dalam pembelajaran membutuhkan bantuan model pembelajaran yang tepat untuk mengoptimalkan proses perkembangan keterampilan murid. Model pembelajaran yang relevan yaitu model pembelajaran inkuiri terbimbing. Model pembelajaran inkuiri terbimbing merupakan serangkaian aktivitas belajar yang mengutamakan proses berpikir murid secara kritis serta analitis guna mencapai dan menemukan sendiri solusi bagi suatu masalah yang dipertanyakan melalui bimbingan guru (Nurjanah, 2024). Melalui model pembelajaran inkuiri terbimbing, murid didorong untuk mengasah kemampuan berpikir kritis dan memecahkan masalah secara mandiri guna menguasai suatu konsep (Cheva & Zainul, 2019). Studi terdahulu menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing berpotensi meningkatkan KPS murid (Muslikah et al., 2025). Penerapan model tersebut juga memberikan dampak positif terhadap hasil belajar pada materi asam basa karena murid terlibat secara aktif dalam melakukan praktikum, mengumpulkan data, dan mengolah hasil pengamatan sesuai dengan keterampilan proses sains (Ischak et al., 2020).

Dalam konteks mengembangkan keterampilan murid, *scaffolding* dapat diterapkan pada berbagai pembelajaran, salah satunya adalah pembelajaran kimia pada materi asam basa. Asam basa adalah materi yang berkaitan dengan materi lain, misalnya kesetimbangan ion dan pH larutan garam, larutan penyangga, serta titrasi asam basa. Konsep-konsep dalam kimia bersifat hierarkis sehingga pemahaman terhadap konsep dasar menjadi prasyarat untuk memahami konsep berikutnya (Farizal et al., 2024). Berdasarkan kondisi tersebut, materi asam basa menjadi konteks yang relevan dalam penelitian ini. Hasil wawancara dengan guru kimia di SMAN Titian Teras H. Abdurrahman Sayoeti pada bulan Oktober 2025 menunjukkan bahwa materi asam basa masih menjadi salah satu materi yang sulit dipahami oleh murid. Kesulitan tersebut disebabkan oleh konsep asam basa yang padat secara konseptual, kompleks, dan sebagian besar bersifat abstrak. Murid masih mengalami kesulitan dalam memahami sifat asam dan basa berdasarkan nilai pH serta menganalisis tingkat keasaman maupun kebiasaan larutan. Oleh karena itu, materi asam basa karena memberikan peluang untuk melatih keterampilan proses sains melalui kegiatan praktikum.

Penelitian terdahulu yang telah menerapkan *scaffolding* berbantuan LKPD untuk meningkatkan keterampilan proses sains murid menunjukkan hasil yang positif (Hafidzah et al., 2025). Namun demikian, media tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan karena bantuan yang diberikan bersifat statis serta belum mampu menyesuaikan dengan kebutuhan belajar setiap murid. Selain itu, LKPD belum dapat memberikan umpan balik secara adaptif, merespons kesalahan murid secara langsung selama praktikum, maupun mendukung pemberian bantuan secara real-time. Akibatnya, proses *scaffolding* belum mampu memberikan bantuan yang optimal kepada murid dengan kebutuhan belajar yang berbeda-beda, terutama ketika murid mengalami kesulitan selama kegiatan praktikum. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa masih diperlukan bentuk *scaffolding* yang lebih fleksibel dan responsif terhadap kebutuhan belajar murid. Dalam konteks tersebut, pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) berpotensi menjadi alternatif untuk mengatasi keterbatasan tersebut. AI mampu mendukung personalisasi pembelajaran melalui penyediaan materi yang sesuai dengan kebutuhan murid, penyesuaian konten, serta pemberian umpan balik secara real-time (Subandi & US, 2024). Salah satu teknologi AI yang dapat diimplementasikan dalam pembelajaran adalah ChatGPT karena mampu memberikan respons secara interaktif dan adaptif sesuai dengan kebutuhan murid (Taruklimbong & Sihotang, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan dibandingkan penelitian sebelumnya. Penelitian terdahulu umumnya memanfaatkan LKPD sebagai media *scaffolding* ataupun menerapkan *scaffolding* tanpa mengintegrasikan AI ke dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing. Kebaruan penelitian ini tidak hanya terletak pada penggunaan ChatGPT sebagai media *scaffolding*, tetapi juga pada integrasi *scaffolding* teknik *cueing* berbantuan AI ke dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing pada aspek KPS mengukur dalam praktikum asam basa. Integrasi tersebut memungkinkan pemberian bantuan yang adaptif, interaktif, dan real-time sesuai kebutuhan murid sehingga mendukung pengembangan keterampilan mengukur selama praktikum. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi *scaffolding* berbantuan AI yang lebih adaptif untuk mendukung keterampilan proses sains murid pada pembelajaran kimia, khususnya pada aspek mengukur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan *scaffolding* berbantuan AI (ChatGPT) terhadap keterampilan murid dalam mengukur pada praktikum asam basa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode (*Quasi-Experimental Research*) atau eksperimen semu. Desain dalam penelitian ini yaitu *Posttest-Only Control Group Design*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Desain Penelitian *Posttest Only Control Group Design*

Kelompok	Perlakuan	KPS akhir
Eksperimen (R)	X	O ₁
Kontrol (R)	-	O ₂

Sumber: (Priadana & Sunarsi, 2021)

Dalam desain ini ada dua kelompok yang masing-masing dipilih secara random (R). Kelompok pertama dapat perlakuan (X) dan kelompok yang lain tidak. Kelompok yang dapat perlakuan disebut kelompok eksperimen dan kelompok yang tidak dapat perlakuan disebut kelompok kontrol. Pengaruh adanya perlakuan (*treatment*) adalah O₁ (hasil pengukuran kelompok diberi perlakuan) dan O₂ (hasil pengukuran kelompok tidak diberi perlakuan) (Priadana & Sunarsi, 2021). Teknik *purposive sampling* adalah dasar pemilihan sampel dengan mempertimbangkan kesetaraan nilai awal (homogenitas), yang didasarkan pada hasil

Penilaian Tengah Semester (PTS) kimia, kesamaan guru pengampu, dan keselarasan jadwal belajar sekolah. Berdasarkan pemilihan Teknik tersebut, kelas XI F-5 ditetapkan sebagai kelas eksperimen yang berjumlah 30 murid dan dari kelas XI F-6 sebagai kelas kontrol yang berjumlah 30 murid. Dalam penelitian ini, variabel bebasnya yaitu perlakuan *scaffolding* dengan Teknik *cueing* berbantuan AI (kelas eksperimen) dan *scaffolding* bimbingan langsung berbantuan AI (kelas kontrol). Sedangkan variabel terikat yang diukur pada kedua kelompok sampel tersebut yaitu keterampilan murid dalam mengukur pada praktikum asam basa.

Aktivitas pembelajaran dilakukan dalam tiga sesi pada praktikum asam basa menggunakan Model Inkuiri Terbimbing yang terdiri dari enam langkah pembelajaran, yaitu orientasi, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan. Pada pertemuan pertama, praktikum uji sifat asam basa dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus terhadap delapan bahan laboratorium, yaitu HCl, H₂SO₄, CH₃COOH, H₂C₂O₄, Al(OH)₃, NaOH, KOH, dan NH₄OH. Di pertemuan kedua, dilakukan praktikum untuk mengukur nilai pH dengan menggunakan indikator universal atau pH meter terhadap delapan bahan laboratorium yang sama untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan larutan. Pertemuan ketiga dilaksanakan dengan praktikum uji sifat asam basa menggunakan kertas lakmus dan pengukuran nilai pH pakai indikator universal atau pH meter terhadap delapan bahan sehari-hari, yaitu wedang jahe, air kelapa, cuka pempek, kuah tempoyak, soda kue, vitamin C, pepsodent, dan detergen cair.

Perbedaan perlakuan pada kedua kelas terletak pada bentuk *scaffolding* yang diberikan guru pada sintak mengumpulkan data, yaitu saat murid melakukan kegiatan pengukuran selama praktikum asam basa. Pada tahap ini, apabila murid mengalami kesulitan atau ada kesalahan dalam menggunakan alat ukur, membaca hasil pengukuran, atau menginterpretasikan data praktikum, murid memperoleh bantuan melalui ChatGPT berdasarkan prompt yang telah disusun oleh guru. Pada kelas eksperimen, bantuan diberikan menggunakan teknik *scaffolding cueing* dengan bantuan AI, yaitu berupa petunjuk atau pertanyaan penuntun yang mengarahkan murid untuk menemukan sendiri cara melakukan pengukuran yang benar. Sementara itu, pada kelas kontrol, diberikan *scaffolding* bimbingan langsung berbantuan AI, yaitu berupa penjelasan dan arahan langsung mengenai prosedur pengukuran yang benar.

Pada kelas eksperimen, guru merancang prompt ChatGPT berdasarkan teknik *scaffolding cueing*. Prompt tersebut digunakan untuk memberikan bantuan berupa pertanyaan penuntun secara bertahap tanpa langsung memberikan jawaban ketika murid mengalami kesulitan pada tahap mengumpulkan data, khususnya dalam menggunakan alat ukur, membaca skala pengukuran, dan mencatat hasil pengukuran selama praktikum asam basa. Setelah memperoleh petunjuk awal dari guru, murid menyusun prompt dan menggunakan ChatGPT sebagai sumber umpan balik untuk membantu menemukan cara melakukan pengukuran yang tepat. Respons ChatGPT selanjutnya dievaluasi bersama guru sehingga murid dapat membandingkan hasil pengukurannya dengan prosedur yang benar, memperbaiki kesalahan pengukuran apabila ditemukan, dan melakukan pengukuran secara mandiri. Sementara itu, pada kelas kontrol guru merancang prompt ChatGPT berdasarkan teknik *scaffolding explaining*. Melalui prompt tersebut, ChatGPT memberikan respons berupa penjelasan langsung mengenai prosedur penggunaan alat ukur, cara membaca skala, serta cara mencatat hasil pengukuran yang benar. ChatGPT digunakan sebagai sumber informasi tambahan apabila diperlukan, kemudian guru menjelaskan kembali isi respons ChatGPT dan memberikan arahan secara langsung sehingga murid dapat melakukan pengukuran sesuai prosedur praktikum.

Peran guru pada kelas eksperimen yaitu sebagai fasilitator yang memberikan *scaffolding* teknik *cueing* melalui pertanyaan penuntun dan petunjuk bertahap ketika murid mengalami

kesulitan dalam melakukan pengukuran. Guru tidak memberikan jawaban secara langsung, tetapi mengarahkan murid menggunakan prompt ChatGPT yang telah disusun untuk memperoleh petunjuk, kemudian membimbing murid mengevaluasi respons ChatGPT dan memperbaiki hasil pengukurannya secara mandiri. Sedangkan pada kelas kontrol, guru berperan sebagai pemberi penjelasan (*scaffolding explaining*). Ketika murid mengalami kesulitan dalam melakukan pengukuran, guru mengarahkan penggunaan ChatGPT untuk memperoleh penjelasan mengenai prosedur pengukuran yang benar, kemudian menjelaskan kembali respons ChatGPT serta memberikan arahan langsung agar murid dapat melakukan pengukuran sesuai prosedur praktikum.

Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur variabel terikat yaitu instrument tes uraian (*posttest*) yang diberikan pada akhir pertemuan pembelajaran dan dilaksanakan sebanyak 3 kali sesuai dengan pertemuan pembelajaran. Soal tes pada pertemuan pertama mengukur kemampuan murid dalam mengidentifikasi sifat asam basa hasil uji larutan kimia menggunakan kertas lakmus, soal tes pada pertemuan kedua mengukur kemampuan murid dalam menganalisis data yang disajikan dalam bentuk diagram batang terkait hasil pengukuran nilai pH suatu larutan kimia, dan soal tes pada pertemuan ketiga mengukur kemampuan murid dalam menjelaskan prosedur pengukuran pH pada bahan kehidupan sehari-hari menggunakan indikator universal. Rubrik penilaian soal tes ini menggunakan rentang skor 0-3, kemudian dikonversi nilainya ke skala 100 dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

Sebelum instrumen tersebut digunakan, soal tes tersebut divalidasi oleh dosen ahli. Proses validasi berfokus pada validasi tiga elemen, yaitu konten, struktur, dan bahasa. Konten mencakup kesesuaian soal dengan tujuan pembelajaran, indikator keterampilan proses sains pada aspek pengukuran, dan materi mengenai asam dan basa; struktur mencakup kejelasan dalam penyusunan soal dan instruksi pengerjaan; sementara validasi bahasa mencakup kejelasan, ketepatan, serta penggunaan bahasa yang tepat dan benar. Berdasarkan umpan balik dari validator, instrumen tersebut disesuaikan sehingga mencapai validitas isi dan dinyatakan layak untuk digunakan sebagai instrumen penelitian. Analisis data dalam penelitian ini, meliputi analisis deskriptif untuk menghitung nilai rata-rata dan persentase capaian kemampuan murid dalam mengukur. Kemudian, sebelum dilakukan pengujian hipotesis, dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu dengan menggunakan uji normalitas (*Shapiro-Wilk*) karena jumlah sampelnya dibawah 50 setiap kelompoknya. Setelah itu, dilakukan uji hipotesis dengan menggunakan statistik uji non-parametrik karena data tidak memenuhi asumsi normalitas. Uji non-parametrik yang digunakan yaitu uji Mann Whitney dengan taraf signifikansi sebesar 0,05. Guna melihat seberapa besar pengaruh dari penerapan *scaffolding* dengan teknik *cueing*, maka dilakukan uji *effect size* menggunakan koefisien korelasi *r* yang disetarakan dengan kriteria *Cohen's d* murni berdasarkan arah parameter kuantitatif non-parametrik.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

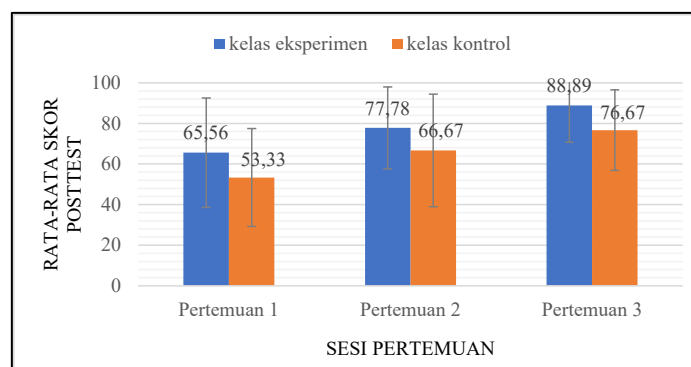
Hasil penelitian

Hasil penelitian ini menyajikan data hasil penelitian yang diperoleh melalui hasil tes uraian (*posttest*) yang diberikan pada setiap akhir rangkaian pembelajaran pada kedua kelompok selama tiga pertemuan. Rekapitulasi capaian rata-rata nilai *posttest* murid dan standar deviasi (Std) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Capaian Rata-Rata Nilai Posttest $\pm$ std

Sesi Pembelajaran	Rata-rata Nilai <i>Posttest</i> $\pm$ std	
	Kelas eksperimen	Kelas kontrol
Pertemuan 1	65,56 $\pm$ 26,96	53,33 $\pm$ 24,13
Pertemuan 2	77,78 $\pm$ 20,22	66,67 $\pm$ 27,68
Pertemuan 3	88,89 $\pm$ 18,22	76,67 $\pm$ 19,87

Seperti yang terlihat pada Tabel 2, rata-rata nilai *posttest* pada kelas eksperimen menunjukkan peningkatan pada setiap sesi pembelajaran. Pada pertemuan pertama, rata-rata nilai *posttest* sebesar 65,56, kemudian meningkat menjadi 77,78 pada pertemuan kedua, dan mencapai 88,89 pada pertemuan ketiga. Seiring dengan peningkatan rata-rata nilai, standar deviasi pada kelas eksperimen mengalami penurunan dari 26,96 menjadi 20,22 dan selanjutnya 18,22, yang mengindikasikan bahwa variasi nilai antar murid semakin kecil atau hasil belajar menjadi semakin homogen. Sementara itu, pada kelas kontrol juga terjadi peningkatan rata-rata nilai *posttest* dari 53,33 pada pertemuan pertama menjadi 66,67 pada pertemuan kedua, kemudian meningkat lagi menjadi 76,67 pada pertemuan ketiga. Namun, standar deviasi pada kelas kontrol sempat meningkat dari 24,13 pada pertemuan pertama menjadi 27,68 pada pertemuan kedua, kemudian menurun menjadi 19,87 pada pertemuan ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa pada pertemuan kedua nilai yang diperoleh murid di kelas kontrol menjadi lebih bervariasi. Sebagian murid memperoleh peningkatan nilai yang cukup tinggi, sedangkan sebagian lainnya mengalami peningkatan yang lebih kecil, sehingga perbedaan nilai antar murid menjadi lebih besar. Pada pertemuan ketiga, variasi nilai tersebut berkurang sehingga hasil belajar murid menjadi lebih merata. Secara keseluruhan, kelas eksperimen memiliki rata-rata nilai *posttest* yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol pada setiap sesi pembelajaran. Selain itu, penurunan standar deviasi yang lebih konsisten pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar tidak hanya terjadi pada rata-rata nilai, tetapi juga diikuti oleh hasil belajar peserta didik yang semakin merata. Untuk memperjelas data perkembangan hasil tes antara kedua kelompok dari pertemuan 1 sampai pertemuan 3 pada aspek mengukur seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perkembangan Capaian Rata-Rata Posttest Pada Setiap Pertemuan Pembelajaran

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis untuk melihat signifikansi perbedaan perlakuan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dilakukan uji statistik prasyarat terhadap data *posttest* KPS aspek mengukur menggunakan uji normalitas dengan teknik *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel pada masing-masing kelompok kurang dari 50. Hasil uji prasyarat normalitas data nilai *posttest* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Dengan Teknik Shapiro Wilk

Kelompok	Nilai Statistik	Derajat kebebasan (df)	Signifikasi (<i>p-value</i>)	Kesimpulan sebaran data
Eksperimen	0,926	30	0,039	Tidak berdistribusi normal
Kontrol	0,914	30	0,019	Tidak berdistribusi normal

Hasil uji *Shapiro-Wilk* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 menunjukkan nilai signifikansi kelas eksperimen dan kelas kontrol berada dibawah 0,05 ($<0,039$ dan $<0,019$), maka hal ini asumsi normalitas pada uji statistik parametrik tidak terpenuhi. Oleh karena itu, alternatif pengujian hipotesis dengan menggunakan statistik non-parametrik yaitu dengan uji *Mann Whitney U* pada taraf kesalahan 0,05. Hasil uji mann whitney U *posttest* murid seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Mann Whitney U

Parameter statistik	Nilai Output SPSS	Kesimpulan Hipotesis
<i>Mann-Whitney U</i>	235,000	
<i>Wilcoxon W</i>	700,000	
<i>Z</i>	-3,193	
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	$<0,001$	H_0 ditolak, H_a diterima (ada perbedaan signifikan)
Koefisien <i>Effect Size</i> (<i>r</i>)	0,412	Efek sedang (<i>medium effect</i>)

Hasil uji statistik pada Tabel 4 menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar $<0,001$, sehingga keputusan pengujian menolak H_0 dan menerima H_a pada taraf signifikansi 0,05. Temuan ini membuktikan adanya perbedaan pengaruh yang sangat signifikan antara penerapan teknik *scaffolding* dengan teknik *cueing* dan bimbingan langsung berbantuan AI (ChatGPT) terhadap kemampuan mengukur murid, dengan kekuatan perlakuan yang masuk dalam kategori efek sedang (*medium effect*) berdasarkan nilai koefisien *Effect Size* (*r*) sebesar 0,412.

Pembahasan

Penerapan *scaffolding* dengan teknik *cueing* yang dibantu oleh ChatGPT dalam riset ini dirancang secara teliti guna mengoptimalkan Kemampuan Proses Sains (KPS) setiap murid, khususnya dalam upaya pengukuran secara mandiri dan akurat melalui tiga tahapan praktikum terkait sifat asam dan basa. Pada pertemuan pertama yang berfokus pada identifikasi sifat larutan menggunakan kertas lakmus, prompt ChatGPT untuk kelas eksperimen disusun secara cermat guna memberikan *scaffolding* *cueing* berupa saran tidak langsung. Saat murid kelas eksperimen bingung dalam memastikan perubahan warna lakmus yang tampak samar, guru membimbing murid dengan menggunakan ChatGPT untuk memicu pemikiran mereka lewat petunjuk seperti menyuruh murid mencocokkan tingkat warna di bawah pencahayaan yang cukup atau mengaitkannya dengan indikator standar. Di fase awal ini, guru di kelas eksperimen memberi pendampingan intensif (*high scaffolding*) demi memastikan murid cakap melakukan teknik pencelupan secara akurat mengikuti pedoman AI tersebut. Sebaliknya, pada kelas kontrol yang menjalankan bimbingan langsung berbantuan AI, prompt ChatGPT dibuat untuk sekadar memberi instruksi atau jawaban prosedural yang jelas tanpa melewati proses pancingan berpikir. Saat murid kelas kontrol bertanya hal yang sama, AI langsung memberikan jawaban pasti tentang sifat larutan itu atau langkah mutlak yang harus dilakukan. Akhirnya, walau murid kelas kontrol bisa menuntaskan pengukuran warna dengan singkat, mereka cenderung pasif dan hanya mengikuti instruksi teknis tanpa menguasai esensi ketelitian mengukur. Kesenjangan capaian hasil antara kedua kelas tersebut diperkuat lewat teori Zone of Proximal Development (ZPD) dari Vygotsky. Dalam kerangka konseptual ini, KPS mengukur pada praktikum asam basa terletak di zona ZPD murid, yakni area di mana murid belum

sanggup melakukan prosedur pengukuran secara mandiri, tetapi punya peluang untuk meraihnya jika memperoleh bantuan yang sesuai (Marlina & Rahayu, 2025). Perlakuan *scaffolding cueing* berbantuan ChatGPT berfungsi sebagai jembatan dinamis yang menghubungkan tingkat perkembangan aktual murid (kemampuan mengukur dasar) menuju tingkat perkembangan potensial mereka pada kemampuan mengukur secara mandiri.

Memasuki pertemuan kedua yang melibatkan pengukuran nilai pH menggunakan indikator universal dan pH meter, tingkat bantuan di kelas eksperimen mulai dikurangi secara bertahap (*medium scaffolding*) seiring meningkatnya kompleksitas alat ukur. Ketika murid kelas eksperimen mendapati angka pada layar pH meter terus berubah, guru membimbing murid dengan bantuan. ChatGPT yang memberikan *cueing* dengan menanyakan aspek teknis seperti kestabilan posisi elektroda atau prosedur pembilasan dengan akuades. Perlakuan ini berbeda secara operasional dengan kelas kontrol, di mana guru membimbing murid dengan bantuan ChatGPT dengan memberikan bimbingan langsung berupa solusi instan jika terjadi kendala operasional alat. Murid kelas kontrol langsung diarahkan oleh AI untuk melakukan tindakan spesifik tanpa diajak mengeksplorasi penyebab anomali angka tersebut secara mandiri. Hal ini menyebabkan pengawasan guru di kelas kontrol menjadi lebih berpusat pada penertiban kelas, karena interaksi murid dengan AI bersifat satu arah dan cepat selesai, namun mengabaikan proses internalisasi pemahaman teknik kalibrasi dan akurasi pengukuran oleh murid itu sendiri.

Pada pertemuan ketiga yang menguji sampel asam basa dalam kehidupan sehari-hari dengan mengombinasikan ketiga alat ukur (kertas lakmus, indikator universal, dan pH meter), bantuan *cueing* di kelas eksperimen dilepaskan hampir sepenuhnya (*fading*). *Prompt* ChatGPT pada kelas eksperimen dirancang sangat terbuka, sehingga murid harus mandiri menentukan alat ukur yang paling efisien untuk setiap sampel kontekstual, dan hanya menggunakan AI sebagai instrumen konfirmasi jika ditemukan data yang janggal. Kemandirian yang terbangun dari pemberian *cueing* pada pertemuan sebelumnya membuat murid kelas eksperimen menunjukkan efisiensi waktu dan ketelitian yang sangat matang saat melakukan replikasi pengukuran data praktikum. Hal ini tentu berbeda pada kelas kontrol. Karena terbiasa menerima bimbingan langsung dari AI pada pertemuan-pertemuan sebelumnya, murid di kelas kontrol menunjukkan ketergantungan yang tinggi terhadap ChatGPT saat menghadapi sampel nyata. Ketika AI tidak memberikan instruksi yang spesifik untuk sampel tertentu, murid kelas kontrol menjadi bingung, ragu dalam menentukan sifat asam basa pada sampel yang diuji. Melalui perbedaan operasional ini, terlihat jelas bahwa perlakuan *scaffolding cueing* berbantuan AI lebih efektif dalam menjembatani kemampuan aktual menjadi kemampuan potensial yang mandiri pada aspek KPS mengukur dibandingkan dengan pemberian bimbingan langsung. Temuan serupa juga menyatakan bahwa *scaffolding* dapat berkontribusi terhadap keterampilan proses sains murid, terutama *scaffolding* dengan Teknik *cueing* paling efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains murid pada aspek mengukur (Muslikah et al., 2025).

Kemudian, penggunaan AI dalam pembelajaran juga berpotensi untuk menunjang personalisasi pembelajaran, memfasilitasi murid mendapat materi yang sesuai dengan kebutuhan individu, penyesuaian konten, dan umpan balik secara real-time (Subandi & US, 2024). Dengan demikian, penerapan *scaffolding cueing* berbantuan AI memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains murid dalam aspek mengukur serta membangun pemahaman ilmiah yang mendalam. Dalam hal ini, keunggulan kelompok eksperimen secara konsisten di setiap pertemuan menjadi bukti bahwa *scaffolding* dengan teknik *cueing* berbantuan AI yang diterapkan memberikan kontribusi terhadap keterampilan murid dalam mengukur. Kelas eksperimen tidak hanya menghafal materi, tetapi terlatih secara

bertahap dari pertemuan 1 hingga pertemuan 3 dalam mengembangkan kemampuan mengukur secara mandiri. Sebaliknya, kelompok kontrol yang tidak mendapatkan perlakuan serupa mengalami keterbatasan dalam mengembangkan proses berpikir secara ilmiah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknik *scaffolding cueing* berbantuan *Artificial Intelligence* (ChatGPT) dalam model Inkuiri Terbimbing berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan murid dalam mengukur pada praktikum asam basa dengan nilai $\text{sig} < 0,05$. Penerapan *scaffolding* berbantuan AI ini memiliki kontribusi dalam mentransformasi kemampuan aktual murid menjadi kemampuan potensial yang mandiri melalui pemberian petunjuk tidak langsung (*cueing*) dan pengurangan bantuan secara berkala (*fading*).

DAFTAR PUSTAKA

- Cheva, V. K., & Zainul, R. (2019). Pengembangan E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Materi Sifat Keperiodikan Unsur Untuk Sma/Ma Kelas X. *EduKimia*, 1(1), 28–36. <https://doi.org/10.24036/ekj.v1i1.104077>
- Farizal, R., Haris, M., & Hadisaputra, S. (2024). Analisis Kesulitan Belajar Asam Basa Pada Siswa Kelas XII SMAN 1 Masbagik. *Chemistry Education Practice*, 7(2), 303–308. <https://doi.org/10.29303/cep.v7i2.7544>
- Hafidzah, N., Miharti, I., & Hsb, M. H. E. (2025). Pengaruh Scaffolding Teknik Cueing Terhadap KPS Siswa pada Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Materi Larutan Penyangga Nurul. *JETISH: Journal of Education Technology Information Social Sciences and Health*, 4(2), 1028–1042.
- Haryati, T., Rusdi, M., Asyhar, R., Hadisaputra, S., & Hasibuan, M. H. E. (2024). The Effect of Scaffolding and Creative Thinking Skills in an Acid and Base Learning Project on Students' Science Process Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(3), 1083–1092. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i3.4674>
- Ischak, N. I., Odja, E. A., La Kilo, J., & La Kilo, A. (2020). Pengaruh Keterampilan Proses Sains Melalui Model Inkuiri Terbimbing terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Larutan Asam Basa. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 8(2), 58–66. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v8i2.2748>
- Kriswanto, K., AJ, S., Frqon, M., Dharma, budi eka, & Dani, R. (2025). Pelatihan Pengembangan Instrumen Penilaian Berpikir Kritis Terintegrasi Keterampilan Proses Sains Pendahuluan Metode Pelaksanaan. *Jurnal ADIMAS INDONESIA*, 5(3), 2066–2073.
- Marlina, L., & Rahayu, Y. M. (2025). Penerapan Metode Scaffolding Pada Zone Of Proximal Development (ZPD) Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik Kelas X-1 SMAN 6 Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Pendidikan Pancasila Dan Kewarganegaraan- Universitas Banten Jaya*, 8(1).
- Masus, S. B., & Fadhilaturrahmi. (2020). Research & Learning in Primary Education Peningkatan Keterampilan Proses Sains IPA dengan. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 2(2).
- Muslikah, S., Hsb, M. H. E., & Romundza, F. (2025). Pengaruh Bimbingan Scaffolding Terhadap Keterampilan Proses Sains Dalam Pembelajaran Kimia Hijau. *Al-Muaddib: Jurnal Kajian Ilmu Kependidikan*, 07(04).
- Nurjanah, M. B. (2024). Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Pada Praktikum Asam Basa Dengan Pemanfaatan Indikator Alami Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Journal of Chemistry Sciences and Education*, 1(02), 44–49. <https://doi.org/10.69606/jcse.v1i02.131>



- Priadana, S., & Sunarsi, D. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Pascal Books.
- Rahma, F. A., & Wahyuni, S. (2025). Studi Literatur: Analisis Penyebab Kurangnya Keterampilan Proses Sains Siswa SMP Dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 13(2), 1398–1405. <https://jurnal.uns.ac.id/jkc/article/view/103421/51373>
- Retnodari, W., Elbas, W. F., & Loviana, S. (2020). Scaffolding dalam pembelajaran matematika. *Journal of Mathematics Education*, 1(2009), 19–27.
- Subandi, U., & US, S. (2024). Integrasi Teknologi AI dalam Pembelajaran STEM di Sekolah Menengah : Perspektif Personalisasi, Tantangan, dan Implikasi. *Jurnal Ilmiah Matematika, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(6).
- Supeno, Maryani, Lesmono, A. D., & Astutik, S. (2023). The Effect of Scaffolding Prompting Questions on Scientific Writing Skills in the Inquiry Classroom. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 12(1), 30–38.
- Taruklimbong, E. S. W., & Sihotang, H. (2023). Peluang dan Tantangan Penggunaan AI (Artificial Intelligence) dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 26745–26757.
- 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>