

GENERATIVE AI DALAM INKUIRI TERBIMBING: PENGARUHNYA TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS TERINTEGRASI PADA MATERI PENCEMARAN AIR

Machlyssa Ekadara Rahmaning Setiana¹, Alanindra Saputra²

¹ Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, Indonesia

Email: alanindra@staff.uns.ac.id

ABSTRACT

Students need to possess Integrated Science Process Skills (ISPS). In fact, ISPS' proficiency in biology is relatively low due to a lack of scientific activities. Guided inquiry is considered an appropriate approach to address this issue. The challenge is that teachers do not provide sufficient guidance in designing procedural demonstrations. *Generative AI* (GenAI) offers a solution to this challenge. GenAI serves as a tool integrated into the worksheets. This study aims to measure the effect of integrating *Generative AI* into guided inquiry on ISPS in the topic of water pollution. This study employed a quasi-experimental pretest-posttest design with a nonequivalent control group, applied to 10th-grade students; two classes were selected as the experimental group (n=34) and the control group (n=35). Data were collected through performance observation sheets and the ISPS cognitive test. Data analysis utilized the t-test for ISPS performance and ANCOVA for the ISPS test. A correlation test was conducted to assess the consistency of the relationship between the two datasets. The results indicate that the implementation of guided inquiry assisted by *Generative AI* has an effect on ISPS performance regarding water pollution. The T-test result (sig. 0,000) indicates a significant effect on ISPS performance. The ANCOVA test result (sig. 0,031) indicates a significant effect on ISPS test scores. The correlation test (sig. 0.000) with an r value of 0,429 indicates a moderately positive relationship. Therefore, the implementation of guided inquiry assisted by GenAI can serve as an alternative teaching strategy.

Keywords: *Generative AI*, Guided Inquiry, ISPS, Water pollution

ABSTRAK

Keterampilan proses sains terintegrasi (KPST) perlu dimiliki oleh siswa, Faktanya, KPST pada materi Biologi tergolong rendah karena, kurangnya aktivitas ilmiah. Inkuiri terbimbing dirasa sesuai untuk menangani permasalahan tersebut. Tantangannya adalah guru kurang mengarahkan dalam menyusun pembuktian prosedural. *Generative AI* (GenAI) menjadi solusi atas tantangan tersebut. GenAI sebagai alat bantu yang diintegrasikan dalam LKPD. Penelitian ini bertujuan mengukur pengaruh integrasi *Generative AI* dalam inkuiri terbimbing terhadap KPST pada materi pencemaran air. Penelitian ini menggunakan desain *quasi-experiment pretest-posttest nonequivalent control group yang diterapkan pada siswa kelas X*. Dua kelas dipilih sebagai kelas eksperimen (n=34) dan kelas kontrol (n=35). Data dikumpulkan melalui lembar observasi performa dan tes kognitif KPST. Analisis data menggunakan *Uji t-tes* untuk performa KPST dan uji ANCOVA untuk tes KPST. Uji korelasi untuk melihat hubungan antara kedua data. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh penerapan inkuiri terbimbing berbantu *Generative AI* terhadap KPST pada materi pencemaran air. Hasil uji t-test sig. 0,000 artinya terdapat pengaruh signifikan terhadap performa KPST. Hasil uji ANCOVA sig. 0,031 artinya terdapat pengaruh signifikan terhadap hasil tes KPST. Uji korelasi sig. 0,000 dengan nilai r sebesar 0,429 artinya hubungan bersifat sedang positif. Oleh karena itu, penerapan inkuiri terbimbing berbantu GenAI dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran untuk meningkatkan KPST.

Kata Kunci: *Generative AI*, Inkuiri Terbimbing, KPST, Pencemaran Air

PENDAHULUAN

Pembelajaran abad ke-21 menekankan pada proses pembelajaran mendalam sehingga peserta didik tidak hanya fokus menguasai konsep materi, tetapi juga mampu memecahkan permasalahan secara sistematis dan terstruktur dalam materi pembelajaran. Hal tersebut dibutuhkannya model pembelajaran konstruktivisme yang mendorong peserta didik untuk aktif dalam menyelidiki konsep-konsep baru berdasarkan kemampuan mandiri peserta didik. Model inkuiri terbimbing merupakan model pembelajaran yang menempatkan siswa untuk aktif dalam tahapan pembelajaran dengan menemukan konsep secara mandiri, namun tidak terlepas dari bimbingan oleh guru (Pedaste et al., 2015; Sulistyani et al., 2022). Inkuiri terbimbing memiliki tahapan diantaranya, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, merencanakan eksperimen, memperoleh informasi melalui eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data, mengkomunikasikan hasil eksperimen. Proses pembelajaran inkuiri terbimbing secara langsung melatih keterampilan proses sains Terintegrasi (KPST). KPST adalah pengembangan dari keterampilan proses sains dasar. KPST merupakan keterampilan yang mengutamakan tahapan investigasi ilmiah yang lebih tinggi sehingga mendorong siswa berpikir secara sistematis dan kompleks (Chokchai & Pimdee, 2019). KPST merupakan kemampuan yang penting dimiliki siswa dalam kegiatan berbasis sains seperti melakukan praktikum maupun penyelidikan ilmiah.

Keterampilan proses sains terintegrasi merupakan keterampilan proses praktikal tingkat tinggi yang harusnya dimiliki oleh siswa, namun faktanya, keterampilan ini masih berkategori rendah di SMA di Indonesia. Penelitian yang dilakukan di salah satu SMA di Semarang menunjukkan data KPS rata-rata 27,6 tergolong rendah (Rahmawati, 2025). Penelitian yang dilakukan di kota Bandung menunjukkan sebanyak 76% siswa berkategori rendah (Mahmudah et al., 2019). Kemudian penelitian yang dilakukan di salah satu SMA di Palembang menunjukkan capaian setiap aspek KPS dasar yang rendah pada aspek menafsirkan dan mengelompokkan (Riski et al., 2025). Rendahnya keterampilan proses sains menunjukkan model pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran belum sepenuhnya optimal untuk meningkatkan kemampuan proses ilmiah dalam kelas. Model pembelajaran perlu disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Penelitian yang dilakukan oleh (Pedaste et al., 2015) menjelaskan bahwa inkuiri terbimbing berkaitan dengan KPST serta efektif meningkatkan KPS siswa.

Permasalahan Rendahnya KPST dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor model pembelajaran yang cenderung mengarahkan siswa untuk menghafal konsep serta pembelajaran yang bersifat satu arah. Hal ini berkaitan dengan hasil belajar siswa yang kurang optimal (Y. N. Rahmawati et al., 2024). Faktor lainnya adalah tantangan bagi guru untuk memberikan bantuan berpikir apabila siswa mendapati kebingungan, yang mana guru kurang optimal dalam membantu secara cepat dan kontinu. Guru yang kurang optimal dalam membimbing dan kurang melibatkan keaktifan siswa dapat menjadikan siswa kurang memahami kegiatan prosedural sehingga tidak memahami proses ilmiah dan konsepnya secara mendalam (Petersen, 2022). Model pembelajaran perlu disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Tahapan pembelajaran dalam model Inkuiri terbimbing sejalan dengan aspek KPST sehingga sesuai dengan tujuan pembelajaran yang berorientasi pada proses ilmiah. Keterampilan proses sains terintegrasi meliputi aspek hipotesis, mengontrol variabel, mendefinisikan variabel secara operasional, melakukan eksperimen, interpretasi data. Aspek tersebut sesuai dengan tahapan pembelajaran inkuiri terbimbing yang terdiri atas merumuskan masalah dan hipotesis, menentukan variabel, melakukan pengumpulan data, mengolah data, menarik kesimpulan. Pada penelitian yang dilakukan Areepattamanni (2025) menjelaskan efektivitas inkuiri ditentukan oleh kemampuan guru dalam memfasilitasi siswa dalam memperoleh pemahaman. Siswa yang kurang mendapat arahan dapat menurunkan efektivitas pembelajaran. Strategi pembelajaran perlu didesain secara terstruktur dan sesuai tujuan pembelajaran dengan memanfaatkan alat bantu yang tepat dapat mengoptimalkan pembelajaran. Pemanfaatan teknologi AI di bidang pendidikan sangat masif dilakukan. Namun banyak dari penggunaannya kurang tepat meposisikan AI sebagai alat bantu.

Persoalan rendahnya KPS dan upaya pemanfaatan teknologi AI menjadi kajian oleh banyak peneliti. Penelitian yang dilakukan oleh Xiao et al, (2025) menjelaskan peran *Generative AI* mampu memandu siswa menemukan pemahaman melalui dialog *socratic question*. Hal ini menunjukkan *Generative AI* berperan sebagai *scaffolding* atau alat bantu dalam pembelajaran. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Huda et al, (2025) membuktikan penerapan *Generative AI* secara spesifik yaitu Chat GPT mendorong proses perencanaan dan reflektif siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Cooper (2023) mengkritisi penggunaan ChatGPT yang tidak diterapkan secara tepat, yang mana tidak membuat siswa berpikir kritis, Cooper menekankan pada pemanfaatan ChatGPT sebagai *scaffolding* yang membangun dan membantu siswa untuk merefleksikan jawaban yang mereka buat. Sejalan dengan penelitian Cooper, Sangaji et al, (2025) menjelaskan implementasi AI dalam pendidikan efektif bila diintegrasikan dalam model pembelajaran inkuiri dan pembelajaran adaptif lainnya.

Penelitian-penelitian terdahulu memberikan gambaran tentang penerapan AI dalam pembelajaran dengan model inkuiri terbimbing, namun terdapat celah yang belum terjawab. Pada penelitian Xiao et al, (2025) menjelaskan kerangka konseptual penggunaan *Generative AI* sebagai alat bantu berbasis *socratic questioning* dalam pendidikan siber. Huda et al, (2025) membuktikan *scaffolding* pembelajaran melalui ChatGPT mampu meningkatkan kemampuan metakognitif mahasiswa dalam pembelajaran inkuiri terbimbing pada ilmu matematika, sehingga penerapannya dalam kajian ilmu biologi belum diukur. Kemudian penelitian Cooper (2023) meneliti penggunaan ChatGPT dalam pendidikan sains yang memposisikan AI sebagai alat bantu berpikir kritis dan membantu guru dalam menyusun media pembelajaran, namun dalam kajiannya bersifat deskriptis tanpa memberikan bukti empiris yang terukur terhadap Keterampilan Proses Sains. Penelitian Sangaji et al, (2025) menunjukkan kolaborasi AI dalam inkuiri terbimbing efektif dilakukan dalam pembelajaran, namun tidak mengukur keefektifannya terhadap Keterampilan Proses Sains dalam kajian biologi khususnya materi pencemaran air. Berdasarkan uraian tersebut, menunjukkan celah penelitian yang belum dibuktikan yaitu penelitian yang mengintegrasikan *Generative AI* sebagai alat bantu dalam pembelajaran inkuiri terbimbing untuk mengukur pengaruhnya terhadap KPST pada materi pencemaran air.

Penelitian ini secara spesifik mengintegrasikan *Generative AI* dalam tahapan inkuiri terbimbing dengan merancang prompt AI berbasis *socratic question* yang dibuat dalam LKPD, sehingga AI tidak hanya menjadi sumber jawaban instan bagi siswa, namun memfasilitasi siswa dalam berpikir lebih mendalam. Penerapan *Generative AI* dalam inkuiri terbimbing pada penelitian ini diimplementasikan dalam materi pembelajaran biologi yang permasalahannya dekat dengan lingkungan nyata siswa. Materi pencemaran air memiliki karakteristik yang berangkat dari permasalahan yang menuntut siswa untuk mengidentifikasi masalah dan merumuskan hipotesis, merancang pengamatan, hingga menganalisis data. Oleh karena itu, Tujuan penelitian ini secara khusus untuk mengukur pengaruh *Generative AI* yang diintegrasikan dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap KPST pada materi pencemaran Air.

METODE PENELITIAN

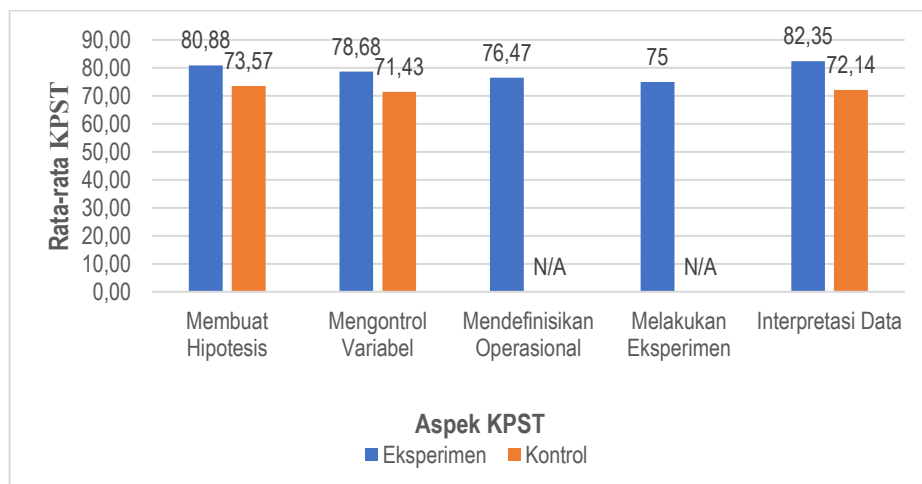
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan *quasi experiment desain nonequivalent control group design*. Penelitian dilakukan di SMA Negeri 2 Boyolali pada semester genap tahun ajar 2026/2027, dengan subjek penelitian adalah siswa fase E kelas X pada materi pencemaran air dengan topik fenomena eutrofikasi. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa fase E kelas X SMA Negeri 2 Boyolali yang terdiri atas 9 rombongan belajar. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan Teknik *cluster random sampling*, yang didahului oleh uji kesetaraan populasi melalui uji normalitas dan uji homogenitas terhadap data nilai PAS semester Ganjil. Kemudian, memilih sampel melalui proses pengundian, hingga terpilih dua kelas penelitian yaitu kelas kontrol (X-9) berjumlah 34 siswa dan kelas eksperimen (X-8) berjumlah 35 siswa.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi, tes, dan dokumentasi. Observasi dilakukan oleh tiga observer menggunakan lembar observasi KPST yang dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung pada kedua kelas. Pengumpulan data tes kognitif KPST dilakukan dengan pemberian tes di awal (*pretest*) dan tes di akhir pembelajaran materi (*posttest*). Dokumentasi diambil pada saat berlangsungnya pembelajaran. Teknik analisis data yang dilakukan meliputi analisis deskriptif, uji prasyarat, serta melakukan uji *independent sample T-test* untuk data hasil observasi KPST siswa dan melakukan uji ANCOVA untuk data hasil tes kognitif KPST. Selain itu, adanya uji pendukung yang dilakukan untuk mengetahui korelasi antara nilai performa KPST (observasi) dan data kognitif KPST (tes). Seluruh analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* IBM SPSS Statistics versi 23.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan *Generative AI* sebagai alat bantu pembelajaran inkuiri terbimbing pada materi pencemaran air. *Generative AI* diintegrasikan dalam LKPD berbasis tahapan inkuiri terbimbing. Sebelum dimulainya proses pembelajaran guru perlu menyusun prompt AI dan mengujinya secara terstruktur sesuai dengan karakteristik *socratic question* yang mana tujuannya untuk emmantik proses berpikir siswa atau memberikan umpan balik. *Generative AI* diintegrasikan pada setiap tahapan inkuiri terbimbing, kecuali pada tahapan melakukan eksperimen. Hal tersebut karena kegiatan memerlukan tindakan secara langsung dan tidak dapat difasilitasi secara digital. Pada tahap merumuskan masalah, prompt AI dirancang untuk memantik siswa dalam mengidentifikasi fenomena pencemaran air dan merumuskan pertanyaan yang dapat diukur. Tahap menyusun hipotesis, prompt AI dirancang untuk mengarahkan siswa membuat dugaan yang terukur dan dapat dibuktikan dengan penyelidikan ilmiah. Tahap mengontrol variabel, prompt AI mengarahkan siswa untuk mengidentifikasi variabel bebas, terikat, dan control dalam desain penyelidikan yang akan mereka buat. Tahap menganalisis data, prompt AI mengarahkan siswa untuk menarik informasi dan menginterpretasikannya dengan hipotesis awal yang telah dibuat, serta melakukan evaluasi hasil. Tahap menarik Kesimpulan, prompt AI memantik siswa untuk menyimpulkan hubungan dari hasil analisis data dengan hipotesis yang telah dibuat.

Penelitian yang dilakukan di SMA Negeri 2 Boyolali Pengumpulan data performa KPS Terintegrasi dan data tes KPS Terintegrasi telah dilakukan selama proses pembelajaran yang kemudian diolah dan dianalisis. Data performa KPS Terintegrasi ditunjukkan berdasarkan capaian setiap aspek disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Capaian Aspek Performa KPST

Berikut hasil uji independent sample T-test terhadap data hasil performa KPST disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Independent Sample T-test performa KPST

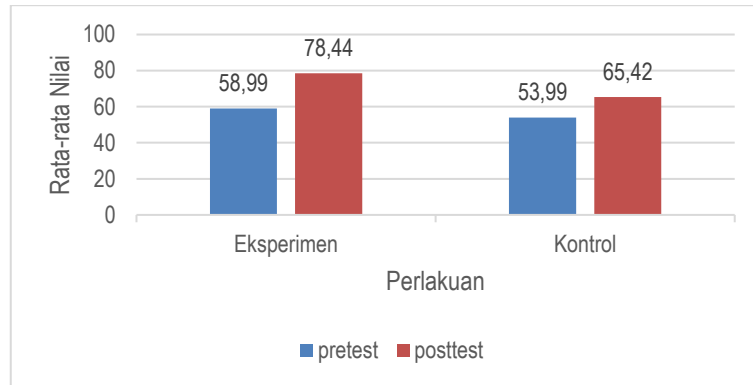
Indikator	df	Signifikansi	Keterangan	Interpretasi
Keterampilan Proses Sains Terintegrasi	67	0.000	<0.05	Terdapat Beda Signifikan

Berdasarkan data Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada keterampilan proses Terintegrasi performa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan Sig. 0,000 (<0,05). Hal tersebut diikuti dengan capaian pada setiap aspek KPST yang disajikan pada Gambar 1 yang menunjukkan bahwa Kelas eksperimen yang menerapkan inkuiri terbimbing berbantu *Generative AI* memiliki capaian lebih tinggi daripada kelas kontrol.

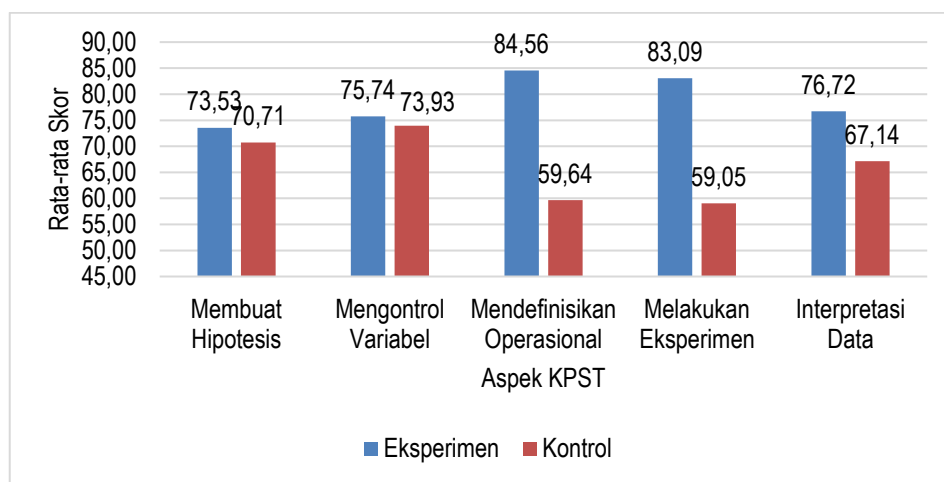
Aspek merumuskan hipotesis pada kelas eksperimen sebesar 80,88 lebih tinggi daripada kelas kontrol 73,57. Pada aspek ini *Generative AI* berfungsi sebagai alat bantu yang memberikan umpan balik serta pertanyaan untuk merumuskan dan mengonfirmasi dugaan yang bisa dibuktikan dengan aktivitas ilmiah (Le et al., 2026; Dobson & Karkalas, 2026). Aspek mengontrol variabel juga memperoleh capaian lebih besar daripada kelas kontrol dengan selisih yang tidak terlalu jauh yaitu sebesar 78,68 pada kelas eksperimen dan 71,43 pada kelas kontrol. Hal tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan Gkagkas et al., (2026) bahwa inkuiri terbimbing berhubungan erat dengan langkah menyusun dan mengendalikan variabel. *Generative AI* membantu siswa dalam mengonfirmasi jawaban yang telah mereka susun dan mendorong siswa untuk berpikir mendalam (Min et al., 2025). Aspek mendefinisikan operasional dan melaksanakan eksperimen masing-masing memperoleh nilai sebesar 76,47 dan 75,00. Kelas kontrol pada kedua aspek ini bernilai *Not Applicable* (N/A) karena selama proses pembelajaran tidak melibatkan kedua aspek tersebut. Kelas eksperimen menerapkan model inkuiri terbimbing yang melibatkan tahapan pembelajaran merancang dan melakukan eksperimen, sedangkan karena kelas kontrol menggunakan model yang umum dilaksanakan di sekolah yaitu *discovery learning* tidak memuat tahapan melakukan eksperimen secara langsung (Sensium, 2022). Aspek interpretasi data pada kelas eksperimen sebesar 82,25, sedangkan kelas kontrol 72,14. Aspek interpretasi data memperoleh capaian tertinggi dari kelima aspek KPST yang sesuai dengan penelitian oleh Indri et al (2020) menunjukkan interpretasi data memperoleh capaian 50% dibandingkan dengan aspek KPS lainnya. Peran *Generative AI* pada aspek ini adalah sebagai umpan balik yang adaptif terhadap pernyataan yang siswa buat serta memberikan pertanyaan yang mengasah kemampuan berpikir mendalam.

Faktor yang mempengaruhi hasil Performa KPST Adalah model pembelajaran yang menekankan pada proses ilmiah (Chengere et al., 2025). Kelas eksperimen selama proses pembelajaran melakukan aktivitas ilmiah, sedangkan kelas kontrol cenderung menerima informasi secara pasif tanpa melakukan aktivitas ilmiah. Alat bantu berupa *Generative AI* yang diintegrasikan dalam LKPD juga berperan penting dalam mendorong pembelajaran lebih efektif dan interaktif sehingga siswa lebih leluasa untuk mengutarakan jawaban mereka (Mulyana et al., 2018; Amiyani & Widjajanti, 2019) Penelitian yang dilakukan oleh Crompton & Burke (2023) juga menjelaskan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran mendorong siswa untuk melakukan langkah-langkah ilmiah secara aktif, sehingga mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

Penelitian ini tidak hanya mengukur performa KPS Terintegrasi, namun juga memberikan analisis berdasarkan tes KPST siswa yang didasarkan pada aspek KPST. Berikut hasil rata-rata nilai pretest dan posttest kedua kelas disajikan pada gambar 2 serta capaian nilai tes KPST berdasarkan setiap aspek KPST disajikan pada gambar 3.



Gambar 2. Rata-Rata Nilai Pretest & Posttest



Gambar 3. Capaian Aspek Tes KPST

Data tes KPST dianalisis menggunakan uji ANCOVA yang hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji ANCOVA Tes KPST

Sumber	Sig.	Partial Eta Squared	Keterangan	Interpretasi
Model Pembelajaran	0,000	0,885	Sig.< 0,05	Terdapat beda signifikan

Berdasarkan hasil uji ANCOVA menunjukkan hasil sig.0,000, sehingga menginterpretasikan bahwa adanya pengaruh penerapan model inkuiri terbimbing berbantu *Generative AI* terhadap hasil tes KPST. Nilai eta squared 0,885 menunjukkan perlakuan memiliki efek yang besar terhadap KPST. Hal tersebut diikuti oleh perbandingan rata-rata nilai posttest kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hasil pretets ke posttest kelas eksperimen meningkat sebesar 19,45, sedangkan pada kelas kontrol meningkat sebesar 10,83.

Capaian rata-rata nilai tes KPST diuraikan pada setiap aspeknya. Aspek membuat hipotesis dan mengontrol variabel memiliki capaian lebih tinggi di kelas eksperimen dengan selisih yang tidak terlalu jauh. Sedangkan aspek mendefinisikan variabel secara operasional dan melakukan eksperimen pada kelas eksperimen memiliki capaian dengan selisih yang paling besar diantara semua

aspek yaitu 84,56 dan 83, 09. Aspek interpretasi data pada kelas eksperimen mendapatkan capaian yang juga jauh lebih tinggi daripada kelas kontrol. Capaian rata-rata nilai tes KPST lebih tinggi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing dengan berbantu *Generative AI* membentuk skema berpikir ilmiah siswa, sehingga siswa lebih mudah memahami soal berbasis aspek-aspek KPST. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model inkuiri terbimbing dengan integrasi *Generative AI* sebagai alat bantu dalam pembelajaran efektif karena *framework* yang jelas, sehingga siswa mampu memahami topik yang kompleks menjadikan kemampuan kognitif meningkat (Ekomaye, 2019).

Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui konsistensi dan hubungan dari hasil performa KPST dengan tes KPST. Hasil uji korelasi *pearson product moment* disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Korelasi

Variabel	Korelasi	Signifikansi
KPST Performa (Observasi)	0,429	P value = 0,000 P<0,05
KPST Kognitif (Tes)		

Berdasarkan hasil uji korelasi menunjukkan bahwa nilai sig. 0,000 dengan nilai koefisiensi sebesar 0,429 yang mengartikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara hasil performa KPST dengan hasil tes KPST. Nilai $r=0,429$ menunjukkan kategori sedang yang menandakan instrument memiliki keterkaitan yang bersifat sedang dengan korelasi yang bersifat positif. Penelitian yang dilakukan oleh Widiyanti et al (2021) juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara Performa KPST dengan hasil kognitif yang disebabkan model pembelajaran berbasis ilmiah. Hal tersebut menunjukkan peran *Generative AI* tidak hanya pada keterampilan proses secara praktikal, namun juga berkorelasi pada kemampuan berpikir ilmiah secara kognitif. Laily & Suryani (2026) menjelaskan bahwa capaian positif didapatkan dari proses siswa dalam pembelajaran dengan keterampilan ilmiah. Penelitian oleh Razak et al, (2016) membuktikan adanya korelasi antara siswa yang memiliki keterampilan ilmiah yang tinggi secara konsisten menunjukkan capaian hasil belajar yang juga positif. Korelasi antara keterampilan proses sains yang bersifat kuat dan positif selalu diikuti juga dengan hasil belajar siswa (Yusnidar et al., 2024).

Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantu AI terhadap KPS Terintegrasi menunjukkan pengaruh yang positif khususnya pada materi pencemaran air. Hal tersebut terjadi karena *Generative AI* diintegrasikan dalam pembelajaran inkuiri terbimbing yang digunakan sebagai alat bantu mampu memberikan bantuan yang efektif. *Generative AI* ditempatkan bukan sebagai mesin pencari informasi saja, namun sebagai partner dalam berdiskusi dalam setiap tahapan pembelajaran inkuiri terbimbing. Meskipun demikian, *Generative AI* tidak ditujukan untuk menggantikan peran guru sebagai pembimbing utama dalam pembelajaran, melainkan sebagai pelengkap pedagogis yang tidak berdiri sendiri diluar kontrol guru (Rifky, 2024). Guru mengatur keberjalanan pembelajaran, memberikan motivasi, dan tetap menjadi fasilitator yang menyesuaikan dengan berbagai macam kondisi lingkungan kelas yang tidak dapat digantikan perannya oleh guru (Azzahra & Ardiansyah, 2025).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada pembelajaran inkuiri terbimbing berbantu *Generative AI* terhadap KPS terintegrasi pada materi pencemaran air. Kesimpulan ini didasarkan pada uji *independent sample t-test* yang hasilnya signifikan terhadap performa KPST. Uji ANCOVA yang hasilnya berpengaruh

signifikan terhadap hasil tes KPST. Uji korelasi antara performa KPST dan tes KPST yang menunjukkan adanya hubungan positif dan konsisten antara kenaikan performa KPST dengan kenaikan hasil tes KPST. Hasil penelitian ini menemukan bahwa penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantu *Generative AI* dapat menjadi alternatif bagi guru untuk menetapkan strategi pembelajaran yang khususnya menekankan pada efektifitas menggunakan alat bantu berupa teknologi *Generative AI* tanpa mengganti peran guru. Hal tersebut dapat memudahkan guru dalam menyampaikan materi di lingkup biologi, khususnya pada materi pencemaran air.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian yang dibahas, peneliti merekomendasikan beberapa hal diantaranya. (1) Guru dihimbau untuk menyusun ketentuan prompt AI yang diintegrasikan dalam LKPD secara cermat dan terstruktur, sehingga *Generative AI* benar-benar berfungsi sebagai pertanyaan pematik bukan pemberi jawaban. (2) Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengukur Keterampilan Proses Sains Terintegrasi berbasis jawaban terbuka (*open-ended answer*) yang mendorong siswa untuk lebih dalam memahami konsep serta proses berpikir kritis. (3) Peneliti selanjutnya dapat menerapkan model pembelajaran ini kepada masing-masing individual siswa agar pengaruh lebih terlihat secara tajam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Sekolah SMA Negeri 2 Boyolali, Guru Biologi, serta seluruh siswa kelas X yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini dengan aktif dan kondusif. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam keberjalanannya hingga selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiyani, R., & Widjajanti, J. B. (2019). Self-confidence and mathematics achievement using guided discovery learning in scientific approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157, 042093. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042093>
- Areepattamannil, S. (2025). Guided inquiry in school science: a mini review of orchestration, assessment, and AI. In *Frontiers in Education* (Vol. 10). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1534358>
- Azzahra, A. D., & Ardiansyah, H. (2025). Studi Literatur: Transformasi Peran Guru dalam Ekosistem Pendidikan Digital Berbasis Kecerdasan Buatan (AI). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(2), 16491–16495.
- Chengere, A. M., Bono, B. D., Zinabu, S. A., & Jilo, K. W. (2025). Enhancing secondary school students' science process skills through guided inquiry-based laboratory activities in biology. *PLOS ONE*, 20(4), e0320692. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0320692>
- Chokchai, O., & Pimdee, P. (2019). Examining of Secondary School Students' Integrated Science Process Skills. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(4), 1137–1157. <https://doi.org/10.17478/jegys.597449>
- Cooper, G. (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 444–452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: the state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- Dobson, L.-R. T., & Karkalas, S. (2026). Exploring Minimally Intrusive GenAI Scaffolding for Introductory Programming Education. *Proceedings of the 2026 14th International*

- Conference on Software and Information Engineering*, 26–34.
<https://doi.org/10.1145/3789595.3789611>
- Ekomaye, D. G. (2019). Effect of Guided Inquiry Teaching Method on Secondary School Students' Achievement in Light and Sound Waves in Abuja, Nigeria. *Journal of Education and E-Learning Research*, 6(2), 82–87.
<https://doi.org/10.20448/journal.509.2019.62.82.87>
- Gkagkas, V., Molohidis, A., Zoupidis, A., & Hatzikraniotis, E. (2026). Investigating the Evolution of CVS Sub-Skills on High School Students Through the Implementation of Inquiry-Based Learning Experimental Activities in Physics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 24(2). <https://doi.org/10.1007/s10763-025-10628-w>
- Huda, N., Anwar, K., . N., & Kurniawan, W. (2025). ChatGPT Scaffolding in Supporting Metacognition for Limit Concepts in Guided Inquiry Mathematics Learning. *Journal of Information Technology Education: Research*, 24, 038. <https://doi.org/10.28945/5645>
- Indri, O. W., Sarwanto, & Nurosyid, F. (2020). Development of testlet instruments to measure science process skills on static fluid. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(2), 022030. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022030>
- Laily, D. N., & Suryani, E. (2026). Hubungan Sikap Ilmiah Dan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas V SD. *Paedagogie*, 21(1), 1365–1372.
<https://doi.org/10.31603/paedagogie.v21i1.16151>
- Le, A. N. N., Nguyen, N. T. Y., & Bich, T. D. T. (2026). Bridging Self-Regulated Learning and Generative AI. In *Pedagogical Innovation Through Technology-Enhanced Learning Design* (pp. 131–150). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003665472-10>
- Mahmudah, I. R., Makiyah, Y. S., & Sulistyaningsih, D. (2019). Profil Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa SMA di Kota Bandung. *DIFFRACTION*, 1(1), 2019.
- Min, T., Lee, B., & Jho, H. (2025). Integrating generative artificial intelligence in the design of scientific inquiry for middle school students. *Education and Information Technologies*, 30(11), 15329–15360. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13410-1>
- Mulyana, S., Rusdi, R., & Vivanti, D. (2018). The Effect of Guided Inquiry Learning Model and Scientific Performance on Student Learning Outcomes. *Indonesian Journal of Science and Education*, 2(1), 105. <https://doi.org/10.31002/ijose.v2i1.596>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. In *Educational Research Review* (Vol. 14, pp. 47–61). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Petersen, M. R. (2022). Strategies to Scaffold Students' Inquiry Learning in Science. *Science Education International*, 33(3), 267–275. <https://doi.org/10.33828/sei.v33.i3.1>
- Rahmawati, L. (2025). Analisis Profil Keterampilan Proses Sains Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Natural Science Educational Research*, 8(2).
- Rahmawati, Y. N., Masykuri, M., & Khasanah, A. N. (2024). The correlation between science process skills and scientific literacy with learning outcomes of vibrations, waves, & sound Article History. *Innovations in Science Education and Practice*, 1(2), 102–111.
- Razak, M., Hala, Y., Mushawwir Taiyeb, A., Negeri, S., & Biologi, J. (2016). Efektifitas Pendekatan Saintifik Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Kognitif Biologi Peserta Didik Kelas XII IPA SMA Negeri 4 Watampone. *Jurnal Sainsmat*, V(1), 58–73. <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>
- Rifky, S. (2024). Dampak Penggunaan Artificial Intelligence Bagi Pendidikan Tinggi. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, 2(1), 37–42.
<https://doi.org/10.31004/ijmst.v2i1.287>

- Riski, M., Salsabila, M., Dinna Loreнна, P., Dwi Putri, S., & Puja Maharani, S. (2025). Profile Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Ekosistem. *Borneo Journal of Biology Education*, 7(1), 6–13.
- Sangaji, M., Berliana, M., Apriliani, P., Rijoice, M., Simanungkalit, R. R., Stiawan, R. A., & Suryana, A. (2025). Kajian Sistematis: Implementasi AI Dalam Penelitian Pendidikan Sains Di Era Pembelajaran Digital. *EDUTECH: Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, 5(4). <https://jurnalp4i.com/index.php/edutech>
- Sulistiyani, K., Indana, S., & Sudibyo, E. (2022). The Analysis Effectiveness of Guided Inquiry Implementation to Improve Students' Science Process Skills. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 3(6), 672–687. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v3i6.258>
- Widianti, F., Ibrohim, & Tenzer, A. (2021). *Improvement of science process skills and students cognitive learning outcomes through implementation of guided inquiry learning model on biology subject*. 030048. <https://doi.org/10.1063/5.0043410>
- Xiao, H., Shah, B., Spring, J., Kuzminykh, I., & Janku, S. (2025). Scaffolding Student Learning through GenAI in Cybersecurity Education. *Joint Proceedings of IS-EUD 2025*.
- Yusnidar, Y., Fuldijatman, F., & Chaw, E. P. (2024). A Study of Mixed-Method: Science Process Skills, Interests And Learning Outcomes of Natural Science in Junior High School. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 8(1), 76–89. <https://doi.org/10.22437/jiituj.v8i1.31977>