Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (JP-IPA) **Vol. 07 No. 04. November 2026**
https://jurnal.habi.ac.id/index.php/JP-IPA *p-ISSN:* 2774-5945. *e-ISSN:* 2774-5937
Doi: https://doi.org/10.56842/jp-ipa Terakreditasi SINTA 3

PENALARAN ILMIAH MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM MEMVERIFIKASI INFORMASI YANG DIHASILKAN *GENERATIVE ARTIFICIAL INTELEGENCE (GEN AI)*

Ni Nyoman Serma Adi[1*], Dewa Nyoman Oka[2], Made Hery Santosa[3], I Wayan Widiana[4]
[1-2] IKIP Saraswati, Tabanan, Indonesia
[3-4] Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia
[*] Email: sermaadi26@gmail.com

Diterima: 09 Oktober 2026 *Direvisi: 04 November 2026* *Publikasi: 21 November 2026*

Abstract

This study aims to analyze the scientific reasoning patterns of Biology Education students in verifying Generative Artificial Intelligence (GenAI) generated information. A qualitative case study design involved 15 fifth-semester students selected through purposive sampling. Data collection included information verification tasks, observations, semi-structured interviews, and digital artifact analysis. Data were analyzed using thematic analysis. Descriptive findings revealed three verification patterns: accepting claims based on prior knowledge or GenAI responses (26.7%); seeking additional information with limited source evaluation (40.0%); and comparing sources and using scientific evidence to make decisions (33.3%). Across five scientific reasoning indicators, identifying claims showed the highest adequate performance (73.3%), whereas evaluating evidence relevance and sufficiency showed the lowest (40.0%). Decision accuracy also varied across four nitrogen cycle claims, with the highest performance for nitrification (80.0%) and the lowest for the claim that all nitrogen from dead organisms is directly converted into nitrate (53.3%). These findings indicate a gap between students' ability to identify verifiable claims and their ability to evaluate the strength of supporting evidence. The study highlights the importance of integrating source credibility evaluation, evidence-based reasoning, and scientific argumentation into Biology Education to foster critical and responsible GenAI use. Such integration is essential for developing students' capacity to critically assess AI-generated information and make scientifically justified decisions in academic contexts.

Keywords: *Generative Artificial Intelligence; Scientific Reasoning; Biology Education.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis pola penalaran ilmiah mahasiswa Pendidikan Biologi dalam memverifikasi informasi yang dihasilkan Generative Artificial Intelligence (GenAI). Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus yang melibatkan 15 mahasiswa semester lima melalui teknik purposive sampling. Pengumpulan data dirancang melalui tugas verifikasi informasi, observasi, wawancara semi-terstruktur, dan analisis artefak digital, sedangkan data dianalisis menggunakan analisis tematik. Hasil deskriptif menunjukkan tiga pola verifikasi, yaitu menerima klaim berdasarkan pengetahuan awal atau jawaban GenAI (26,7%), mencari informasi tambahan dengan evaluasi sumber yang masih terbatas (40,0%), serta membandingkan sumber dan menggunakan bukti ilmiah untuk mengambil keputusan (33,3%). Berdasarkan lima indikator penalaran ilmiah, kemampuan mengidentifikasi klaim menunjukkan capaian memadai tertinggi (73,3%), sedangkan penilaian relevansi dan kecukupan bukti menunjukkan capaian terendah (40,0%). Ketepatan keputusan juga bervariasi pada empat klaim siklus nitrogen, dengan capaian tertinggi pada klaim mengenai nitrifikasi (80,0%) dan terendah pada klaim bahwa seluruh nitrogen dari organisme mati langsung menjadi nitrat (53,3%). Temuan deskriptif ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara kemampuan mengenali klaim yang dapat diverifikasi dan kemampuan mengevaluasi kekuatan bukti yang mendukungnya. Penelitian ini menegaskan pentingnya pembelajaran Pendidikan Biologi yang mengintegrasikan evaluasi kredibilitas sumber, penalaran berbasis bukti,dan argumentasi ilmiah agar GenAI digunakan secara kritis dan bertanggung jawab.

Kata kunci: *Generative Artificial Intelligence*; *Penalaran Ilmiah; Pendidikan Biologi.*

PENDAHULUAN

Evolusi *Generative Artificial Intelligence* (GenAI) telah merubah metode mahasiswa dalam memperoleh, mengolah, dan menghasilkan informasi akademik. Kehadiran *Large Language Models* LLM) seperti ChatGPT memungkinkan pengguna untuk mendapatkan penjelasan konseptual, sintesis informasi, argumen, bahkan referensi ilmiah dalam waktu yang sangat cepat. Dalam konteks pendidikan tinggi, keterampilan itu menciptakan kesempatan bagi mahasiswa untuk memanfaatkan GenAI sebagai teman dalam penjelajahan pengetahuan dan belajar secara mandiri. (Wahdah et al., 2025). Akan tetapi, kemudahan dalam menciptakan informasi juga membawa masalah epistemik yang mendasar: apakah informasi yang dihasilkan oleh GenAI dapat dianggap sebagai pengetahuan yang sah hanya karena disajikan dengan cara yang koheren, meyakinkan, dan mirip dengan teks akademis? (Hannigan et al. 2024). Masalah tersebut menjadi semakin krusial karena GenAI bisa menghasilkan informasi yang keliru, tidak didasarkan pada bukti ilmiah, atau menyajikan sumber yang tak dapat diverifikasi (Heersmink et al., 2024). UNESCO bahkan menekankan perlunya validasi pedagogis dan etis dalam integrasi GenAI dalam pendidikan serta memastikan bahwa manusia tetap sebagai pengambil keputusan utama dalam proses belajar (Miao et al., 2023). Masalah ini bukan hanya isu literasi teknologi, tetapi juga berhubungan dengan kemampuan epistemik mahasiswa dalam menilai apakah sebuah klaim pantas dianggap sebagai pengetahuan

Masalah ini memiliki dampak yang lebih berat dalam pendidikan sains, karena pengetahuan ilmiah dibangun melalui keterkaitan antara klaim, bukti, penalaran, dan proses verifikasi. Kemampuan untuk menilai kepercayaan informasi ilmiah adalah elemen krusial dari penalaran ilmiah, terutama saat individu berhadapan dengan informasi yang bertentangan atau memiliki tingkat kepercayaan yang bervariasi. Penelitian Pimentel mengungkapkan bahwa siswa sering kali mengalami tantangan dalam menilai keandalan sumber informasi sains yang ada di internet, sehingga pemahaman scientific online reasoning menjadi krusial dalam mengatasi misinformasi dan disinformasi ilmiah (Pimentel, 2025). Masalah ini menjadi lebih rumit dalam konteks GenAI karena mahasiswa tidak hanya menghadapi informasi yang diperoleh dari berbagai sumber, tetapi juga informasi yang telah dihasilkan dan disusun oleh sistem algoritma dalam bentuk jawaban yang terlihat seperti otoritatif (Urhahne et al., 2026).

Konteks Pendidikan Biologi menjadi tempat yang penting untuk menganalisis permasalahan tersebut. Biologi adalah bidang yang memiliki sifat pengetahuan yang rumit, mencakup konsep mikroskopis dan makroskopis, hubungan sebab-akibat, analisis data empiris, serta pertumbuhan pengetahuan yang selalu diperbaharui melalui penelitian. Data tentang genetika, evolusi, ekologi, fisiologi, mikrobiologi, dan bioteknologi dapat dengan mudah dihasilkan oleh GenAI, namun keakuratan informasi tersebut tetap perlu diverifikasi melalui sumber-sumber ilmiah dan bukti empiris (Caspi & Karp, 2024). Mahasiswa Pendidikan Biologi, sebagai calon pengajar sains, memiliki posisi yang lebih strategis dibandingkan konsumen informasi pada umumnya. Mereka tidak hanya menjadi pemakai informasi, tetapi pada akhirnya akan berfungsi sebagai penghubung pengetahuan ilmiah bagi siswa. Kesalahan dalam memperoleh dan menyebarkan informasi yang dihasilkan oleh GenAI dapat menyebabkan penyebaran miskonsepsi dan informasi ilmiah yang tidak akurat selama proses pembelajaran. Menariknya, penelitian terkait GenAI dalam pendidikan sains mulai beralih dari pertanyaan apakah AI dapat digunakan untuk pembelajaran menjadi pertanyaan tentang bagaimana keterbatasan AI dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan evaluatif mahasiswa (Hu et al., 2026).

Pengembangan kegiatan ChatGPT *Fact-Check* dalam beberapa pelajaran sains, termasuk biologi, dengan meminta mahasiswa menilai sumber yang dihasilkan LLM dan memverifikasi klaim AI berdasarkan bukti eksperimental dari sumber primer. Penelitian itu menunjukkan bahwa hasil GenAI bisa digunakan sebagai objek untuk melatih evaluasi klaim yang berdasar bukti serta sikap skeptis terhadap informasi yang dihasilkan oleh AI (Holzmann et al., 2025). Penemuan ini penting, namun juga menunjukkan adanya ruang penelitian yang masih belum sepenuhnya terjawab: bagaimana mahasiswa melakukan proses penalaran ketika

menghadapi informasi GenAI yang perlu diverifikasi?

Kesenjangan itu krusial karena kemampuan memverifikasi fakta tidak sama dengan kemampuan penalaran ilmiah. Seorang mahasiswa mungkin menyadari bahwa informasi AI harus diverifikasi, tetapi belum tentu bisa menjelaskan cara ia menentukan bagian yang diragukan, jenis bukti apa yang dicari, alasan mengapa suatu sumber dianggap lebih dapat dipercaya dibandingkan sumber lainnya, bagaimana ia mengaitkan bukti dengan klaim, serta alasan epistemik yang dipakai untuk menerima atau menolak informasi itu. Artinya, studi tentang penerapan GenAI berpotensi terhenti pada pengukuran pandangan, sikap, frekuensi penggunaan, pemahaman AI, atau kemampuan mengidentifikasi kesalahan, sedangkan proses kognitif dan epistemik yang mendasari keputusan verifikasi siswa masih memerlukan penyelidikan yang lebih komprehensif (McGrew & Reynolds, 2026).

Penelitian terbaru tentang GenAI dan misinformasi dalam bidang pendidikan menunjukkan bahwa studi yang ada cenderung berfokus pada pengenalan miskonsepsi, prebunking, serta pembuatan dan perbaikan misinformasi, dengan banyak kajian yang masih terfokus pada tingkat individu (Fulsher et al., 2026). Dari sudut pandang ini, verifikasi informasi GenAI dapat dianggap sebagai kondisi epistemik yang memerlukan penalaran ilmiah, bukan sekadar proses untuk mencari informasi lebih lanjut. Mahasiswa harus menemukan klaim yang dapat diuji, mencari sumber primer atau sumber yang berwenang, membandingkan klaim dengan bukti, mengidentifikasi ketidaksesuaian antara klaim dan bukti, mempertimbangkan penjelasan lain, serta memberikan alasan untuk keputusan yang diambil. Proses ini memungkinkan peneliti untuk mengamati tidak hanya apakah mahasiswa mendeteksi kesalahan AI, tetapi juga bagaimana mahasiswa membuat keputusan tentang kebenaran informasi tersebut, apakah benar, salah, sebagian benar, atau masih belum bisa dipastikan. Perpindahan perhatian dari hasil verifikasi ke proses penalaran verifikasi inilah yang memberikan posisi teoritis yang lebih kokoh bagi penelitian (Deguchi et al., 2026).

Dengan demikian, terdapat setidaknya tiga celah penelitian (*research gaps*) yang dapat diidentifikasi. Pertama, gap empiris**,** yaitu masih terbatasnya penelitian yang secara khusus mengkaji proses penalaran ilmiah mahasiswa Pendidikan Biologi ketika memverifikasi informasi yang dihasilkan oleh Generative Artificial Intelligence (GenAI). Penelitian Pimentel (2025) mengenai *scientific online reasoning* menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam mengevaluasi informasi ilmiah digital melibatkan penilaian terhadap keahlian sumber, konflik kepentingan, dan kesesuaiannya dengan konsensus ilmiah. Penelitian tersebut juga menggunakan tugas *think-aloud* dan rekaman aktivitas layar untuk mengidentifikasi strategi evaluasi informasi. Sementara itu, Holzmann et al. (2025) mengembangkan aktivitas *ChatGPT Fact-Check* dalam pembelajaran sains perguruan tinggi yang mengharuskan mahasiswa mengevaluasi sumber dan memeriksa validitas klaim ilmiah yang dihasilkan ChatGPT berdasarkan bukti eksperimental. Kedua penelitian tersebut menunjukkan pentingnya verifikasi informasi berbasis bukti, tetapi masih menyisakan ruang untuk mengkaji secara lebih mendalam bagaimana mahasiswa Pendidikan Biologi membangun penalaran ilmiah dan mengambil keputusan epistemik selama proses verifikasi informasi GenAI.

Kedua, gap metodologis, yaitu penelitian mengenai penggunaan GenAI dalam pendidikan masih perlu dikembangkan dari pengukuran persepsi, penerimaan, dan capaian pembelajaran menuju eksplorasi proses kognitif dan strategi verifikasi informasi secara langsung. Wineburg & McGrew (2019), melalui penelitian tentang *lateral reading*, menunjukkan bahwa kemampuan mengevaluasi kredibilitas informasi digital tidak hanya ditentukan oleh pemahaman terhadap isi informasi, tetapi juga oleh strategi penelusuran sumber dan pemeriksaan kredibilitas melalui sumber eksternal. Penelitian tersebut menggunakan teknik *think-aloud* untuk mengungkap strategi yang digunakan peserta ketika mengevaluasi informasi digital. Sejalan dengan itu, Pimentel (2025) mengombinasikan tugas tertulis, *think-aloud*, dan rekaman aktivitas layar untuk mengidentifikasi perubahan strategi penalaran ilmiah peserta didik. Hal ini memperlihatkan bahwa proses

verifikasi informasi merupakan aktivitas kompleks yang tidak sepenuhnya dapat direpresentasikan melalui skor tes atau kuesioner. Oleh karena itu, pendekatan kualitatif melalui studi kasus, yang didukung oleh protokol berpikir keras (*think-aloud protocol*), analisis artefak digital, pelacakan sumber, observasi, dan wawancara mendalam, relevan digunakan untuk mengungkap proses tersebut secara kontekstual (Ericsson & Simon, 1993).

Ketiga, gap konseptual, yaitu masih diperlukan integrasi yang lebih eksplisit antara konstruk *scientific reasoning* dan praktik verifikasi informasi yang dihasilkan GenAI, khususnya dalam konteks pembelajaran Biologi. Dalam pembelajaran sains, penalaran ilmiah berkaitan erat dengan kemampuan menghubungkan klaim, bukti, dan penalaran (*claim, evidence, and reasoning*). Kerangka ini menekankan bahwa suatu klaim ilmiah tidak cukup diterima berdasarkan penyajian informasi yang meyakinkan, tetapi harus didukung oleh bukti yang relevan dan hubungan penalaran yang logis. Temuan Holzmann et al., (2025) memperkuat relevansi hubungan tersebut dengan menunjukkan bagaimana keluaran ChatGPT dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk melatih mahasiswa mengevaluasi klaim ilmiah berdasarkan bukti eksperimental. Selain itu, Pimentel (2025) menegaskan pentingnya kemampuan mengevaluasi kredibilitas sumber informasi ilmiah melalui strategi penalaran daring. Dengan demikian, verifikasi informasi GenAI dapat dipahami sebagai praktik epistemik yang melibatkan identifikasi klaim, penelusuran sumber, evaluasi bukti, pengujian konsistensi ilmiah, serta pengambilan keputusan berdasarkan justifikasi yang dapat dipertanggungjawabkan.

Berdasarkan ketiga celah tersebut, penelitian ini tidak hanya menempatkan GenAI sebagai teknologi pendukung pembelajaran, tetapi juga sebagai ruang epistemik yang memungkinkan pengamatan terhadap bagaimana mahasiswa menilai, menguji, dan memutuskan validitas suatu klaim ilmiah. Pendekatan studi kasus menjadi penting karena proses verifikasi tidak selalu berlangsung secara linier dan seragam pada setiap mahasiswa. Dua mahasiswa dapat memperoleh jawaban GenAI yang serupa, tetapi menunjukkan strategi penalaran yang berbeda. Mahasiswa pertama mungkin menerima informasi berdasarkan kesesuaiannya dengan pengetahuan awal, mahasiswa kedua menelusuri artikel ilmiah untuk menguji kebenaran klaim, sedangkan mahasiswa ketiga membandingkan beberapa sumber tanpa mengevaluasi kualitas bukti yang digunakan. Perbedaan strategi tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan verifikasi tidak hanya ditentukan oleh banyaknya sumber yang ditemukan, tetapi juga oleh kemampuan mengevaluasi relevansi, kredibilitas, dan kekuatan bukti ilmiah. Oleh karena itu, studi kasus memungkinkan peneliti menganalisis keterkaitan antara klaim, bukti, sumber informasi, proses penalaran, dan keputusan epistemik mahasiswa secara lebih mendalam dan kontekstual.

Kebutuhan penelitian ini semakin mendesak karena mahasiswa Pendidikan Biologi adalah calon pengajar yang akan berinteraksi dengan generasi pelajar yang semakin dekat dengan GenAI. Kemampuan untuk menggunakan AI secara efisien tanpa kemampuan untuk memverifikasi hasilnya dapat berisiko menimbulkan ketergantungan epistemik pada sistem algoritma. Sebaliknya, kemampuan untuk mempertanyakan, menguji, dan memvalidasi hasil AI dapat menjadikan GenAI sebagai alat bantu dalam eksplorasi pengetahuan yang tidak menggantikan peran penalaran manusia. Orientasi ini sejalan dengan perspektif UNESCO tentang penerapan GenAI yang berfokus pada manusia dan menjaga agensi individu dalam pendidikan. Berdasarkan argumen tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam cara mahasiswa Pendidikan Biologi menggunakan penalaran ilmiah dalam memverifikasi informasi yang dihasilkan oleh Generatif AI.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penalaran ilmiah mahasiswa dalam mengenali klaim, menilai bukti dan sumber, melakukan verifikasi, mendeteksi informasi yang salah atau tanpa dukungan bukti, serta menyusun alasan dalam menerima, meragukan, atau menolak hasil dari GenAI. Temuan penelitian diharapkan mampu memberikan kontribusi konseptual terhadap pengembangan kajian pemikiran ilmiah di era GenAI serta menyediakan dasar empiris untuk pengembangan pembelajaran Pendidikan Biologi yang tidak hanya mengajarkan mahasiswa dalam

menggunakan AI, tetapi juga mendorong mereka untuk mempertanyakan, menguji, dan memverifikasi informasi yang dihasilkan oleh AI.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Kajian ini mengadopsi pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus untuk menyelidiki logika ilmiah mahasiswa Pendidikan Biologi dalam memastikan kebenaran informasi yang dihasilkan oleh Generative AI (GenAI). Desain studi kasus dipilih karena memungkinkan fenomena yang diteliti dianalisis secara mendetail dalam konteks akademis yang nyata, dengan memperhatikan cara berpikir, pemanfaatan bukti, pengkajian sumber informasi, dan pengambilan keputusan ilmiah mahasiswa. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada akurasi keputusan akhir, tetapi juga pada proses epistemologis yang mendasari suatu keputusan yaitu alasan mahasiswa menerima, menolak, atau merevisi informasi GenAI. Hal ini penting karena mahasiswa dapat menghasilkan keputusan yang sama melalui strategi penalaran yang berbeda. Oleh karena itu, studi kasus memungkinkan peneliti mengungkap variasi proses berpikir, strategi verifikasi, pemanfaatan bukti, dan pertimbangan epistemik mahasiswa secara lebih kontekstual. terstruktur sehingga proses penalaran mahasiswa dapat dianalisis secara komprehensif.

Partisipan dan Konteks Penelitian

Partisipan dalam penelitian ini adalah mahasiswa aktif Program Studi Pendidikan Biologi yang sudah mempelajari konsep biologi yang relevan dan memiliki pengalaman dalam menggunakan aplikasi GenAI. Peserta diambil dengan metode purposive sampling sesuai dengan relevansi pengalaman mereka terhadap tema penelitian. Studi ini melibatkan 15 mahasiswa semester 5 untuk menjawab pertanyaan penelitian. Konteks penelitian melibatkan kegiatan verifikasi informasi biologi yang dihasilkan oleh GenAI dengan menelusuri sumber-sumber ilmiah, menilai bukti, dan menyusun kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Instrumen dan Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui tugas verifikasi informasi GenAI, pengamatan proses verifikasi, wawancara semi-terstruktur, dan analisis artefak digital. Tugas verifikasi dibuat berdasarkan klaim biologi yang meliputi data yang tepat, data yang salah, serta data yang memerlukan bukti lebih lanjut. Klaim dan kunci perbandingan dianalisis oleh pakar biologi untuk menjamin konsistensi konsepnya. Semua respons GenAI, prompt, dan syarat penggunaan dicatat. Mahasiswa diharapkan untuk mengidentifikasi pernyataan, mencari sumber yang tidak bias, membandingkan data, menilai kualitas bukti, serta merumuskan kesimpulan beserta alasannya. Proses itu diamati dan dicatat melalui catatan observasi, rekaman yang telah disetujui, serta pengumpulan hasil kerja siswa. Wawancara semi-terstruktur dilakukan setelah tugas untuk menyelidiki alasan pemilihan sumber, penafsiran bukti, pertimbangan terhadap informasi yang bertentangan, serta dasar dalam pengambilan keputusan. Pemanfaatan berbagai sumber data memberi kesempatan kepada peneliti untuk mengembangkan pemahaman yang menyeluruh tentang proses berpikir ilmiah mahasiswa.

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan analisis tematik kualitatif. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan pola verifikasi mahasiswa, ketepatan keputusan terhadap empat klaim siklus nitrogen, serta capaian lima indikator penalaran ilmiah melalui distribusi frekuensi dan persentase. Selanjutnya, data kualitatif dianalisis menggunakan enam tahapan analisis tematik Braun dan Clarke (2006), meliputi pengenalan data, pengodean awal, pembentukan tema, peninjauan tema, pendefinisian tema, dan penyusunan laporan. Pengodean difokuskan pada identifikasi klaim, evaluasi kredibilitas sumber, penilaian bukti, argumentasi berbasis bukti, dan justifikasi keputusan epistemik. Analisis lintas kasus dilakukan untuk membandingkan strategi penalaran antarmahasiswa serta mengidentifikasi kesesuaian atau perbedaan antara ketepatan keputusan dan kualitas proses penalaran. Seluruh temuan kemudian diintegrasikan melalui triangulasi wawancara, observasi, lembar kerja verifikasi, dan artefak digital untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai proses penalaran ilmiah mahasiswa dalam

memverifikasi informasi GenAI, pola penalaran, strategi verifikasi, serta faktor yang mendukung atau menghalangi evaluasi kritis terhadap data GenAI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

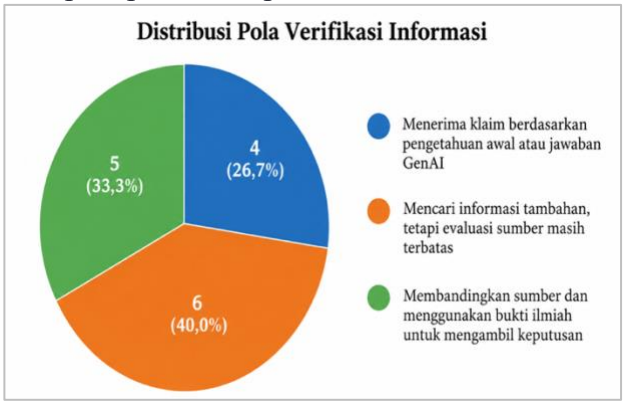
4.1 Respons mahasiswa dalam memverifikasi informasi GenAI

Analisis terhadap pola verifikasi informasi yang dihasilkan *Generative Artificial Intelligence* (GenAI) menunjukkan adanya variasi dalam strategi yang digunakan mahasiswa Pendidikan Biologi ketika mengevaluasi klaim ilmiah tentang siklus nitrogen. Berikut tabulasi hasil survei dari 15 mahasiswa.

Tabel 1. Distribusi mahasiswa berdasarkan pola verifikasi informasi

Pola verifikasi	Jumlah mahasiswa	Persentase
Menerima klaim berdasarkan pengetahuan awal atau jawaban GenAI	4	26,7%
Mencari informasi tambahan, tetapi evaluasi sumber masih terbatas	6	40,0%
Membandingkan sumber dan menggunakan bukti ilmiah untuk mengambil keputusan	5	33,3%
Total	15	100%

Berdasarkan pola verifikasi data yang dihasilkan oleh Generative Artificial Intelligence (GenAI), terdapat variasi dalam pendekatan yang digunakan mahasiswa saat menilai klaim ilmiah mengenai siklus nitrogen. Menurut distribusi simulatif yang melibatkan 15 partisipan, 6 mahasiswa (40,0%) menunjukkan pola pencarian informasi tambahan tanpa melakukan evaluasi sumber yang mendalam. 5 mahasiswa (33,3%) menunjukkan pola verifikasi yang lebih mendalam dengan membandingkan sumber serta menggunakan bukti ilmiah dalam proses pengambilan keputusan. Sementara itu, 4 mahasiswa (26,7%) cenderung menerima klaim berdasarkan pengetahuan awal atau jawaban GenAI tanpa melakukan pemeriksaan yang cukup, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Distribusi pola mahasiswa dalam memverifikasi informasi yang dihasilkan GenAI

Dominasi cara pencarian informasi dengan penilaian sumber yang terbatas menunjukkan kemungkinan adanya celah antara proses pencarian informasi dan evaluasi epistemik terhadap data yang didapat. Dalam konteks ini, mencari sumber tidak otomatis berarti bahwa mahasiswa telah menilai kredibilitas informasi, relevansi bukti, atau validitas hubungan antara klaim dan kesimpulan. Sebaliknya, verifikasi yang lebih menyeluruh ditandai dengan usaha membandingkan informasi GenAI dengan sumber yang independen serta memanfaatkan hasil perbandingan itu untuk membentuk keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Temuan deskriptif itu menempatkan proses verifikasi sebagai aktivitas epistemologis yang lebih rumit daripada hanya sekadar mendapatkan informasi perbandingan. Mahasiswa harus bisa menilai relevansi sumber yang dipakai, keakuratan bukti yang mendukung klaim, dan kesesuaian kesimpulan dengan kekuatan bukti yang ada. Walaupun begitu, kecenderungan itu tidak dapat dengan mudah diartikan sebagai ciri umum mahasiswa Pendidikan Biologi karena penelitian ini mengaplikasikan pendekatan studi kasus dengan jumlah peserta yang terbatas.

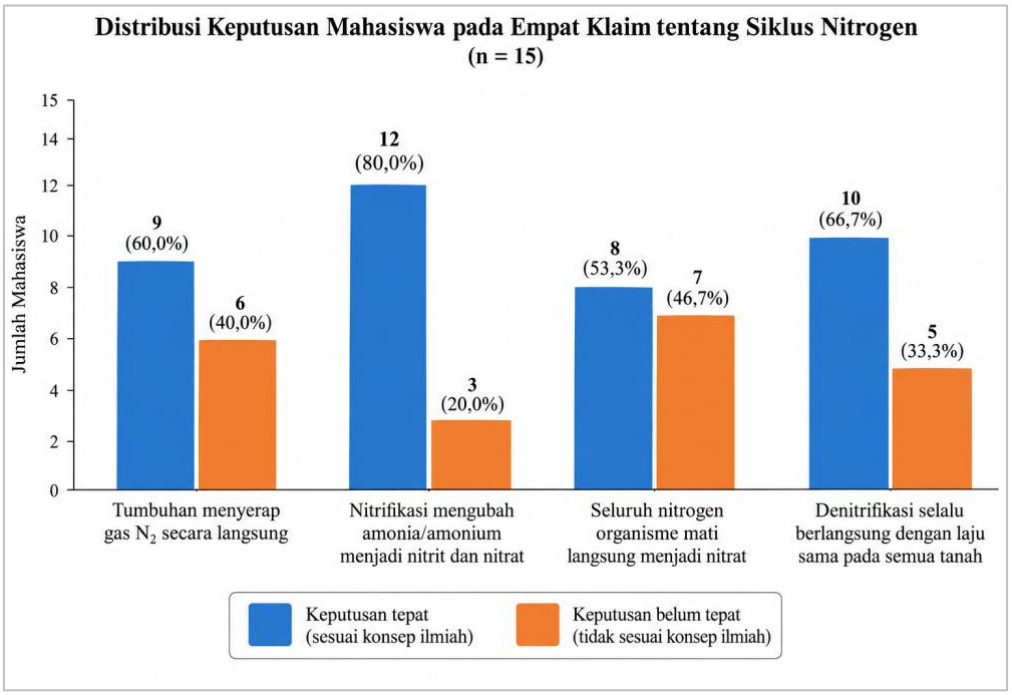
4.2 Hasil verifikasi berdasarkan empat klaim siklus nitrogen

Analisis terhadap empat klaim tentang siklus nitrogen memperlihatkan variasi dalam ketepatan keputusan mahasiswa. Variasi penalaran ilmiah mahasiswa juga dapat dianalisis berdasarkan masing-masing klaim. Berikut hasil verifikasi berdasarkan 4 klaim siklus nitrogen.

Tabel 2. Hasil Verifikasi distribusi keputusan mahasiswa pada empat klaim

Klaim yang diuji	Keputusan tepat	Keputusan belum tepat	Total
Tumbuhan menyerap gas N_2 secara langsung	9 (60,0%)	6 (40,0%)	15
Nitrifikasi mengubah amonia/amonium menjadi nitrit dan nitrat	12 (80,0%)	3 (20,0%)	15
Seluruh nitrogen organisme mati langsung menjadi nitrat	8 (53,3%)	7 (46,7%)	15
Denitrifikasi selalu berlangsung dengan laju sama pada semua tanah	10 (66,7%)	5 (33,3%)	15

Hasil analisis empat klaim mengenai siklus nitrogen menunjukkan variasi dalam akurasi keputusan yang diambil oleh mahasiswa. Dalam klaim mengenai nitrifikasi, 12 mahasiswa (80,0%) memberikan jawaban yang sejalan dengan konsep ilmiah, sementara 3 mahasiswa (20,0%) belum memberikan jawaban yang benar. Klaim mengenai denitrifikasi menghasilkan 10 keputusan akurat (66,7%) dan 5 keputusan kurang akurat (33,3%). Dalam klaim tentang penyerapan nitrogen dari atmosfer oleh tanaman, 9 mahasiswa (60,0%) memberikan jawaban yang benar, sementara 6 mahasiswa (40,0%) memberikan jawaban yang belum benar. Proposisi keputusan yang benar terendah ditemukan pada pernyataan bahwa semua nitrogen dalam organisme yang mati segera bertransformasi menjadi nitrat, yakni 8 mahasiswa (53,3%), sedangkan 7 mahasiswa (46,7%) belum memberikan jawaban yang tepat. Perbedaan itu menunjukkan bahwa akurasi keputusan mahasiswa berbeda-beda sesuai dengan karakteristik konseptual dari klaim yang telah diverifikasi, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi Keputusan Mahasiswa pada Empat Klaim tentang Siklus Nitrogen

Dalam konteks siklus nitrogen, pernyataan mengenai nitrifikasi terkait dengan perubahan nitrogen melalui proses pengoksidasian amonia atau amonium menjadi nitrit dan kemudian nitrat. Sementara itu, pernyataan mengenai perubahan nitrogen dari organisme yang telah mati memerlukan pemahaman tentang dekomposisi dan amonifikasi sebelum nitrogen bisa masuk ke tahap transformasi lainnya. Karena itu, tantangan dalam memverifikasi pernyataan tentang organisme mati dapat menunjukkan perlunya analisis lebih mendalam terhadap pemahaman mahasiswa mengenai rangkaian proses dalam siklus nitrogen. Klaim mengenai penyerapan nitrogen dari atmosfer juga memerlukan perbedaan konseptual antara penyerapan nitrogen sebagai senyawa yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman dan fiksasi nitrogen atmosfer oleh mikroorganisme tertentu. Dengan cara yang sama, pemakaian kata selalu dalam pernyataan mengenai denitrifikasi mengharuskan mahasiswa untuk mempertimbangkan faktor lingkungan yang memengaruhi proses itu.

Oleh karena itu, verifikasi klaim tidak sekadar bergantung pada pengenalan istilah biologis, tetapi juga memerlukan pemahaman tentang mekanisme, hubungan antar tahap, dan kondisi yang memengaruhi proses biologis. Walaupun distribusi itu menyajikan gambaran awal tentang variasi ketepatan keputusan, temuan ini belum memadai untuk menguraikan proses penalaran yang menjadi dasar keputusan mahasiswa. Keputusan yang sejalan dengan kunci konsep tidak selalu menunjukkan bahwa siswa telah memanfaatkan sumber yang terpercaya atau menganalisis bukti dengan kritis. Sehingga, pemahaman terhadap setiap klaim harus dihubungkan dengan data pengamatan, artefak digital, serta wawancara untuk menentukan alasan di balik penerimaan, penolakan, atau perubahan keputusan.

4.3 Hasil Verifikasi survei berdasarkan lima indikator penalaran ilmiah

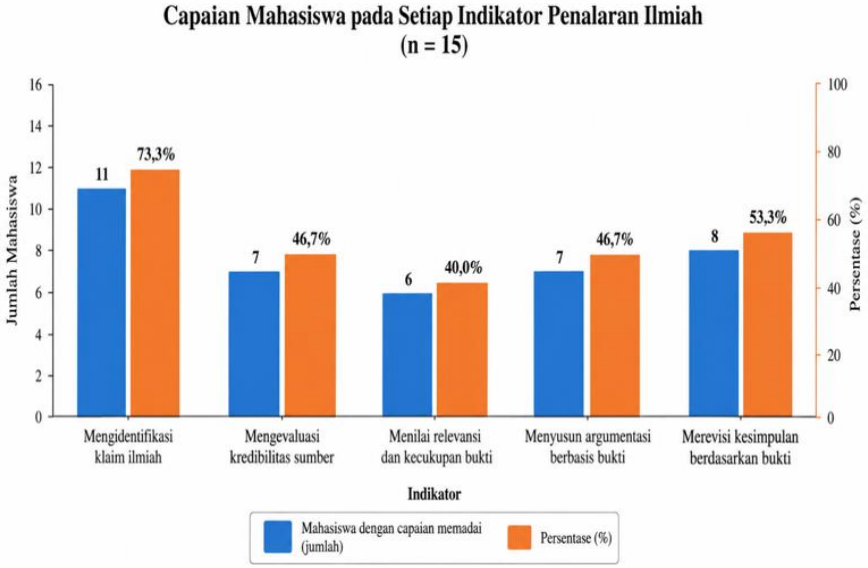
Analisis berdasarkan lima indikator penalaran ilmiah memperlihatkan variasi pada kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi klaim, mengevaluasi sumber, menilai bukti, membangun argumentasi, dan merevisi kesimpulan. Berikut hasil verifikasi berdasarkan lima indicator penalaran ilmiah.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi indikator penalaran ilmiah

Indikator	Capaian Mahasiswa	Persentase
Mengidentifikasi klaim ilmiah	11	73,3%
Mengevaluasi kredibilitas sumber	7	46,7%
Menilai relevansi dan kecukupan bukti	6	40,0%
Menyusun argumentasi berbasis bukti	7	46,7%
Merevisi kesimpulan berdasarkan bukti	8	53,3%

Analisis yang berlandaskan lima indikator penalaran ilmiah menunjukkan perbedaan dalam keterampilan mahasiswa untuk mengidentifikasi klaim, mengevaluasi sumber, menilai bukti, merumuskan argumentasi, dan merevisi kesimpulan. Kemampuan untuk mengenali klaim adalah indikator yang memiliki proporsi pencapaian cukup tinggi, yaitu 11 dari 15 mahasiswa (73,3%). Sebaliknya, penilaian relevansi dan kecukupan bukti menjadi indikator dengan proporsi pencapaian yang paling rendah, yakni 6 mahasiswa (40,0%). Dalam indikator penilaian kredibilitas sumber, terdapat 7 mahasiswa (46,7%) yang masuk dalam kategori memadai. Proporsi yang serupa dijumpai pada indikator argumentasi ilmiah, sementara 8 mahasiswa (53,3%) memperlihatkan hasil yang memuaskan pada indikator perubahan kesimpulan berdasarkan bukti, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Pola ini mencerminkan kemungkinan adanya perbedaan antara kemampuan untuk mengenali pernyataan yang harus diuji dan kemampuan untuk mengevaluasi bukti yang diperlukan untuk

menerima atau menolak pernyataan tersebut. Tingginya hasil relatif dalam identifikasi klaim menunjukkan bahwa sejumlah mahasiswa telah berhasil mengenali pernyataan yang dapat dibuktikan secara ilmiah. Akan tetapi, keahlian tersebut harus dibedakan dari kemampuan untuk menilai mutu informasi. Identifikasi klaim adalah tahap awal dalam proses verifikasi, sementara evaluasi sumber dan bukti memerlukan analisis yang lebih mendalam mengenai otoritas sumber, relevansi data, kecukupan bukti, serta kesesuaian penjelasan dengan pengetahuan ilmiah.



Gambar 3. Capaian Mahasiswa pada Setiap Indikator Penalaran Ilmiah

Tingkat capaian yang cukup rendah pada penilaian bukti dan argumentasi ilmiah juga mengindikasikan pentingnya memahami cara mahasiswa mengaitkan bukti dengan kesimpulan. Dalam penelitian ilmiah, keberadaan sumber tidak otomatis memastikan bahwa sebuah klaim telah mendapatkan dukungan yang cukup. Mahasiswa harus menguraikan alasan keterkaitan bukti tertentu, bagaimana bukti itu mendukung atau menolak klaim, dan sejauh mana kesimpulan yang diambil sesuai dengan bukti yang ada. Sementara itu, pencapaian pada indikator revisi kesimpulan harus diinterpretasikan dengan seksama. Perubahan keputusan bisa menunjukkan kesediaan untuk menerima bukti baru, tetapi tidak selalu mencerminkan perbaikan dalam kualitas penalaran. Revisi yang memiliki makna epistemik harus didasarkan pada alasan yang jelas, penilaian terhadap informasi sebelumnya, dan pemanfaatan bukti yang lebih relevan atau lebih kuat. Oleh karena itu, analisis terhadap revisi kesimpulan harus mempertimbangkan tidak hanya apakah mahasiswa mengubah jawabannya, tetapi juga alasan dan proses terjadinya perubahan tersebut.

4.4 Hasil Survei Penalaran Ilmiah Mahasiswa dalam Memverifikasi Informasi GenAI

Survei dilakukan pada 15 mahasiswa Pendidikan Biologi untuk mengidentifikasi pola berpikir ilmiah dalam memverifikasi informasi yang dihasilkan oleh Generatif AI (GenAI) tentang materi siklus nitrogen. Analisis terfokus pada kemampuan mengenali klaim, menilai keandalan sumber, mengevaluasi bukti ilmiah, merumuskan argumentasi, dan memperbarui kesimpulan berdasarkan bukti. Temuan analisis memperlihatkan adanya perbedaan pola verifikasi mahasiswa. Sebagian mahasiswa cenderung mengandalkan informasi berdasarkan pengetahuan awal atau jawaban GenAI, sementara lainnya mencari informasi tambahan tanpa mengevaluasi kualitas sumber secara menyeluruh, dan kelompok lainnya membandingkan informasi dari berbagai sumber

serta menggunakan bukti ilmiah sebagai dasar dalam pengambilan keputusan. Variasi ini mengindikasikan bahwa praktik verifikasi informasi tak bisa dipahami semata-mata dari keputusan akhir mahasiswa, melainkan harus diteliti melalui proses pencarian, penilaian, dan pemanfaatan bukti.

Dalam materi siklus nitrogen, perbedaan respons juga dapat dilacak melalui pernyataan yang membutuhkan pemahaman mengenai keterkaitan antar tahapan proses. Pernyataan tentang nitrifikasi, contohnya, memerlukan pemahaman mengenai oksidasi amonia atau amonium menjadi nitrit dan kemudian nitrat. Sementara itu, pernyataan tentang konversi nitrogen dari organisme yang sudah mati menjadi nitrat secara langsung memerlukan pengenalan antara amonifikasi dan nitrifikasi. Oleh karena itu, verifikasi informasi GenAI memerlukan kemampuan untuk menilai sumber serta pemahaman yang baik tentang konsep biologi. Secara keseluruhan, survei awal ini berperan sebagai landasan untuk memilih kasus dan menetapkan fokus wawancara mendalam. Data kuantitatif deskriptif selanjutnya harus dipadukan dengan lembar kerja verifikasi, observasi, protokol berpikir keras, dan wawancara untuk mengungkap alasan di balik pilihan mahasiswa serta cara bukti ilmiah mendukungnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan variasi penalaran ilmiah mahasiswa Pendidikan Biologi dalam memverifikasi informasi GenAI. Meskipun sebagian mahasiswa mampu mengidentifikasi klaim ilmiah, evaluasi kredibilitas sumber serta relevansi dan kecukupan bukti masih menjadi tantangan. Temuan ini menegaskan pentingnya pembelajaran yang mengintegrasikan verifikasi sumber, argumentasi berbasis bukti, dan revisi kesimpulan. GenAI perlu diposisikan sebagai alat bantu pembelajaran yang keluarannya harus diverifikasi, bukan sebagai otoritas pengetahuan. Karena penelitian melibatkan 15 mahasiswa dalam konteks terbatas, temuan ini belum dapat digeneralisasikan secara luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan serta penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak Perguruan Tinggi IKIP Saraswati dan mahasiswa Pendidikan biologi yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Penulis juga mengapresiasi masukan dan saran dari para reviewer yang sangat membantu dalam penyempurnaan artikel ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

Bielik, T., & Krell, M. (2025). Developing and evaluating the extended epistemic vigilance framework. *Journal of Research in Science Teaching, 62*(3), 869–895. https://doi.org/10.1002/tea.21983

Brodsky, J. E., Brooks, P. J., Pavlounis, D., & Johnston, J. L. (2023). Instruction Increases Canadian Students' Preference for and Use of Lateral Reading Strategies to Fact-Check Online Information. *AERA Open, 9*. https://doi.org/10.1177/23328584231192106

Brodsky, J. E., Brooks, P. J., Scimeca, D., Todorova, R., Galati, P., Batson, M., Grosso, R., Matthews, M., Miller, V., & Caulfield, M. (2021). Improving college students' fact-checking strategies through lateral reading instruction in a general education civics course. *Cognitive Research: Principles and Implications, 6*(1). https://doi.org/10.1186/s41235-021-00291-4

Caspi, R., & Karp, P. D. (2024). An evaluation of ChatGPT and Bard (Gemini) in the context of biological knowledge retrieval. *Access Microbiology*, *6*(6), 000790-v3. https://doi.org/10.1099/acmi.0.000790.v2

Deguchi, A., Tsuji, H., & Kitazawa, T. (2026). Designing epistemic partnerships with

generative AI: A four-stage model of student engagement in scientific argumentation. *Research in Science Education*, 1-20. https://doi.org/10.1007/s11165-026-10370-5

Fulsher, A., Pagkratidou, M., & Kendeou, P. (2026). GenAI and misinformation in education: a systematic scoping review of opportunities and challenges. *AI & SOCIETY*, *41*(2), 1373-1385. https://doi.org/10.1007/s00146-025-02536-y

Holmes, W., & Miao, F. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. Unesco Publishing. https://doi.org/10.54675/ewzm9535

Hannigan, T. R., McCarthy, I. P., & Spicer, A. (2024). Beware of botshit: How to manage the epistemic risks of generative chatbots. *Business Horizons, 67*(5), 471–486. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2024.03.001

Heersmink, R., de Rooij, B., Clavel Vázquez, M. J., & Colombo, M. (2024). A phenomenology and epistemology of large language models: transparency, trust, and trustworthiness. *Ethics and Information Technology, 26*(3). https://doi.org/10.1007/s10676-024-09777-3

Holzmann, U., Anand, S., & Payumo, A. Y. (2025). The ChatGPT Fact-Check: exploiting the limitations of generative AI to develop evidence-based reasoning skills in college science courses. *Advances in Physiology Education, 49*(1), 191–196. https://doi.org/10.1152/ADVAN.00142.2024

Hu, H., Yu, S., & Xu, L. (2026). Evidence, trust, and objectivity with generative AI: a qualitative interview study of pre-service science teachers' truth-assessment practices. Frontiers in Psychology, 17. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1781772

Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., ... & Fung, P. (2023). Survey of hallucination in natural language generation. *ACM computing surveys*, *55*(12), 1-38. https://doi.org/10.1145/3571730

Jin, Y., Martinez-Maldonado, R., Gašević, D., & Yan, L. (2025). GLAT: The generative AI literacy assessment test. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *9*, 100436. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100436

Krell, M., Vorholzer, A., & Nehring, A. (2022). Scientific reasoning in science education: From global measures to fine-grained descriptions of students' competencies. *Education Sciences*, *12*(2), 97. https://doi.org/10.3390/educsci12020097

Kresin, S., Kremer, K., & Büssing, A. G. (2024). Students' credibility criteria for evaluating scientific information: The case of climate change on social media. *Science Education, 108*(3), 762–791. https://doi.org/10.1002/sce.21855

Lira, M., Holder, K. H., & Gardner, S. M. (2024). Why ask why? Toward coordinating knowledge of proximate and ultimate explanations in physiology. *Advances in Physiology Education, 48*(3), 431–445. https://doi.org/10.1152/ADVAN.00057.2022

Miao, Fengchun., Giannini, Stefania., & Holmes, Wayne. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.

McGrew, S. (2024). Teaching lateral reading: Interventions to help people read like fact checkers. *Current Opinion in Psychology*, *55*, 101737. https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2023.101737

McGrew, S., & Reynolds, E. C. (2026). Discussing credibility and corroboration: Students' reasoning about digital sources and claims during lateral reading lessons. *American Educational Research Journal, 63*(3), 611–649. https://doi.org/10.3102/00028312261426323

Novak, A. M., & Treagust, D. F. (2026). Developing deep knowledge by connecting scientific ideas with data

through reasoning to support claims. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, *8*(1), 20. https://doi.org/10.1186/s43031-026-00164-0

Park, J. (2025). A systematic literature review of generative artificial intelligence (GenAI) literacy in schools. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100487. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100487

Pimentel, D. R. (2025). Learning to evaluate sources of science (mis)information on the internet: Assessing students' scientific online reasoning. *Journal of Research in Science Teaching, 62*(3), 684–720. https://doi.org/10.1002/tea.21974

Svedholm-Häkkinen, A. M., Forzani, E., Coiro, J., & Kiili, C. (2025). Online credibility evaluation skills in upper secondary students: The role of grade level, argument evaluation, and analytic thinking dispositions. *Learning and Individual Differences, 118*. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2025.102640

Teig, N. (2024). Uncovering Student Strategies for Solving Scientific Inquiry Tasks: Insights from Student Process Data in PISA. *Research in Science Education, 54*(2), 205–224. https://doi.org/10.1007/s11165-023-10134-5

Tseng, A. S., Bonilla, S., & MacPherson, A. (2021). Fighting "bad science" in the information age: The effects of an intervention to stimulate evaluation and critique of false scientific claims. Journal of Research in Science Teaching, 58(8), 1152–1178. https://doi.org/10.1002/tea.21696

Turós, M., Kenyeres, A. Z., Balla, G., Gazdag, E., Szabó, E., & Szűts, Z. (2025). A Toulmin Model Analysis of Student Argumentation on Artificial Intelligence. *Education Sciences, 15*(9). https://doi.org/10.3390/educsci15091226

Urhahne, D., Kehle, L., Dietrich, L., & Kremer, K. (2026). The role of epistemic beliefs in predicting ChatGPT adoption and avoidance in higher education. *Acta Psychologica, 26*(3). https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2026.106334

Wahdah, S. I., Kurniawan, R. Y., & Irawan, N. (2025). Adoption of ChatGPT in Higher Education: Insights from the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE), 7*(2), 312–327. https://doi.org/10.23917/ijolae.v7i2.9743

Wei, J., & Shang, Y. (2026). Beyond checking: verification quality, reliance calibration, and learning in generative AI-assisted higher education. *Frontiers in Psychology, 17*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1965371

Wineburg, S., & McGrew, S. (2019). Lateral reading and the nature of expertise: Reading less and learning more when evaluating digital information. *Teachers College Record, 121*(11), 1–40. https://doi.org/10.1177/016146811912101102

Zhou, C. (2026). From initial trust to critical reconstruction: upper secondary students' engagement with generative AI in science learning. *Frontiers in Psychology*, *17*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1830646