

Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Untuk Mengembangkan E-Modul Pembelajaran Berbasis Inkuiri Terbimbing

Analysis of Students' Science Process Skills to Develop Guided Inquiry-Based Learning E-Module

Aljunaedi, Harlita*, Sri Yamtinah

Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jalan Ir. Sutami 36A Surakarta, 57126, Indonesia

*Corresponding author: harlita@staff.uns.ac.id

Abstract: The study aims to analyze students' science process skills (SPS) as the basis for developing a guided inquiry E-Module. The method used is a mixture of qualitative and quantitative. The subjects of the study involved 94 ninth grade students of SMP Negeri 1 Kasiman Bojonegoro and 4 science teachers. Data were collected through questionnaires, interviews, and SPS tests on physical and chemical changes. The results of the analysis show that the majority of students consider science learning difficult (74.3%), memorize theory without practice (89.1%), and want practical learning (70.6%). As many as 91.8% of students need interactive teaching materials that can be accessed via digital devices. In terms of teachers, the dominant learning model is found to be lectures, limited laboratory equipment and lack of innovation in teaching materials as the main obstacles. The test results showed that 72% of students in the moderate KPS category, the indicators identifying variables (55%) and concluding (54%) had higher achievements. The conclusion of the study recommends the development of an e-module based on guided inquiry to improve students' KPS. E-Modules help students understand scientific concepts, improve analytical skills according to the needs of 21st century education.

Keywords: Science process skills, E-modules, Guided inquiry

1. PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah bidang ilmu yang mempelajari fenomena alam melalui observasi dan eksperimen. Pendidikan IPA memiliki peran penting dalam membentuk literasi sains masyarakat. Literasi sains membantu individu memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep ilmiah dalam kehidupan sehari-hari (Lamanauskas 2022). IPA diperoleh dan dikembangkan melalui dua pendekatan utama: pendekatan induktif melalui percobaan dan pendekatan deduktif melalui teori (Wisudawati and Sulistyowati 2014). Sebagai sistem pengetahuan, IPA mencakup kumpulan fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori yang saling terkait dan terus berkembang berdasarkan observasi serta eksperimen (Ruth and West 1989). Mariana dan Praginda (2009) mendefinisikan IPA sebagai tiga komponen utama: proses sistematis untuk mengumpulkan informasi tentang dunia, produk pengetahuan yang dihasilkan, serta nilai dan sikap ilmiah yang mendukung pengembangan ilmu.

Dengan demikian, hakikat IPA meliputi proses ilmiah, produk ilmiah, dan sikap ilmiah yang aplikatif dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran IPA di Indonesia idealnya mempertimbangkan karakteristik lokal serta menggunakan metode dan teknologi yang relevan (Fitria, Asrizal, and Lufri 2025). Pendekatan yang efektif adalah yang menghubungkan situasi belajar dengan kehidupan masyarakat sekitar, sehingga siswa dapat memahami esensi berbagai fenomena dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, serta bernalar (O'Connor 2024). Model pembelajaran berbasis pengalaman langsung (learning by doing) menjadi pilihan tepat karena memberi siswa kesempatan untuk mengembangkan keterampilan proses sains sesuai tahap perkembangan kognitif mereka (Samatowa 2016). Langkah-langkah ilmiah seperti observasi, penelitian masalah, pengumpulan data, penyusunan hipotesis, eksperimen, analisis data, dan kesimpulan kesimpulan menjadi inti pembelajaran IPA (Hamadi 2018). Proses ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap fenomena alam, tetapi juga membentuk keterampilan proses sains (KPS) yang mencakup kecakapan berpikir ilmiah dan sistematis (Rahayu et al. 2021).

Namun, di lapangan, pembelajaran IPA sering kali masih menitikberatkan pada hasil atau produk, bukan proses. Metode konvensional yang monoton, kurangnya motivasi belajar siswa, serta pendekatan yang berpusat pada guru menyebabkan siswa pasif dan kurang percaya diri pembelajaran (Sari, Riandi, and Surtikanti 2024). Pendekatan pengajaran tradisional ini tidak memberi ruang bagi siswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran atau mengembangkan keterampilan proses sains yang esensial (Zahroh, Sudibyo, and Mitarlis 2017). Memasuki era Revolusi Industri 4.0, pendidikan menghadapi tantangan baru. Peserta didik tidak hanya harus

bersaing dengan manusia lain tetapi juga dengan mesin (Huang et al. 2023). Oleh karena itu, pendekatan pengajaran harus bergeser ke arah inovasi. Guru perlu berperan sebagai fasilitator yang mendorong siswa berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif, serta membekali mereka dengan keterampilan abad ke-21, termasuk literasi digital dan kecerdasan buatan (Esi, Purwaningsih, and Okianna 2016).

Pembelajaran IPA yang aktif, dengan penekanan pada keterampilan proses sains, dapat mengintegrasikan pengalaman nyata dalam mengamati, menganalisis data, dan menarik kesimpulan. Hal ini sejalan dengan pandangan Yarza dkk. (2023) bahwa pembelajaran sains yang efektif harus fokus pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, bukan sekadar menghafal fakta. Keterampilan proses sains (KPS) adalah kunci dalam membangun pengetahuan ilmiah yang mendalam. Keterampilan proses sains (KPS) merupakan keterampilan dasar dalam membangun pengetahuan ilmiah yang mendalam (AlAli and Al-Barakat 2024). Keterampilan ini mencakup berbagai kemampuan kognitif yang penting untuk penyelidikan berbasis bukti dan pemecahan masalah, yang merupakan bagian integral dari pembelajaran dan pemahaman ilmiah (Diana, Khaldun, and Nur 2020). Dengan mengasah kemampuan seperti mengamati, mengklasifikasi, merumuskan hipotesis, dan melakukan eksperimen, akan memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat dalam pembelajaran kolaboratif dan berbasis penyelidikan untuk mendorong pemahaman yang lebih dalam dan konstruksi pengetahuan (Chengere et al. 2025).

Keterampilan Proses Sains (KPS) adalah kemampuan yang memungkinkan individu menerapkan metode ilmiah untuk memahami, mengembangkan, dan menemukan konsep dan teori ilmiah (Deta et al. 2020). KPS sebagai sesuatu yang penting bagi siswa untuk mengembangkan pemikiran dan membuat penemuan menggunakan investigasi ilmiah, dan mereka menekankan perlunya siswa untuk memperoleh KPS tingkat tinggi dalam pembelajaran sains (Ahmed, Choudhary, and Sultan 2023). Dengan mengasah kemampuan mengamati, mengklasifikasi, merumuskan hipotesis, dan melakukan eksperimen, siswa tidak hanya menghafal fakta, tetapi juga aktif menemukan dan membangun konsep-konsep ilmiah yang relevan. Proses ini mendorong pemikiran kritis dan kreativitas siswa dalam menghadapi berbagai permasalahan (Sicilia et al. 2016).

Model pembelajaran inkuiri terbimbing sangat efektif untuk tujuan ini. Dalam pendekatan ini, siswa terlibat aktif mulai dari merumuskan pertanyaan hingga menarik kesimpulan (Wahyuni 2022). Manfaat utama dari inkuiri terbimbing termasuk peningkatan keterampilan berpikir kritis, keterlibatan siswa yang lebih tinggi, dan kemampuan untuk menghubungkan pembelajaran sekolah dengan kehidupan nyata (Makmur, Susilo, and Indriwati 2019). Pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing merupakan pendekatan pedagogis yang terbukti efektif meningkatkan keterampilan proses sains (SPS) siswa. Keterlibatan siswa secara aktif dalam penyelidikan ilmiah, mencerminkan proses yang digunakan oleh ilmuwan untuk menghasilkan pengetahuan baru (Arantika, Saputro, and Mulyani 2019). Untuk mendukung pengembangan KPS, diperlukan sarana pembelajaran yang relevan, seperti e-modul interaktif. E-modul, atau modul elektronik, adalah materi pembelajaran digital yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap mata pelajaran tertentu. Modul bersifat interaktif, menggabungkan elemen multimedia seperti gambar, video, dan tes formatif untuk melibatkan peserta didik dan memberikan umpan balik langsung (Arantika et al. 2019). E-modul berbasis inkuiri terbimbing dapat menciptakan lingkungan belajar yang menarik, efektif, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini fokus pada analisis kebutuhan terkait keterampilan proses sains (KPS) yang dikuasai siswa, bahan ajar apa yang sesuai untuk mendukung pembelajaran, serta model pembelajaran yang diminati oleh guru dan siswa. Hasil analisis ini diharapkan menjadi dasar dalam mengembangkan e-modul berbasis inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

2. METODE

Jenis penelitian yang digunakan yaitu *mix methode* yang menggabungkan penelitian kualitatif dan kuantitatif. Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2025 di SMP Negeri 1 Kasiman Bojonogoro tahun ajaran 2024/2025. Populasi yang di gunkan yaitu 94 siswa kelas IX yang terdiri dari 3 kelas dipilih secara acak. Teknik pengambilan sampel menggunakan tiga cara yaitu : tehnik non tes, wawancara dan tes. Teknik non tes di berikan kepada siswa untukmengetahui kebutuhan siswa terhadap pembelajaran dan bahan ajar. Wawancara dilaksanakan kepada 4 guru IPA digunakan untuk analisis kebutuhan guru dalam pembelajaran. Tes digunakan untuk mendapatkan nilai keterampilan proses sains pada materi Perubahan Fisika dan Kimia.

Teknik non tes menggunakan angket analisis kebutuhan siswa yang berkaitan dengan pelaksanaan pembelajarn saat ini dan bahan ajar yang digunakan. Selain itu juga terdapat pertanyaan pendukung yang berkaitan dengan sarana dan prasarana yang dimiliki siswa yaitu HP, Android dan jaringan internet. Data yang diperoleh kemudian di klasifikasikan dalam bentuk prosentase. Wawancara di laksanakan terhadap guru IPA dengan jumlah rsesponden sebanyak 4 orang. Wawancara ini untuk mendapatkan data berupa harapan dan kenyataan terhadap bahan ajar dan model pembelajaran serta kesulitan yang dihadapi saat pembelajaran.

Tes keterampilan proses sains pada penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif. Instrumen yang digunakan adalah tes tertulis berupa 12 soal yang menggunakan skala Likert 5-kriteria untuk mengukur tingkat penguasaan siswa pada setiap indikator keterampilan proses sains. Indikator keterampilan proses sains yang dinilai diadopsi dari Liliyasi dan Tawil (2014) yang terdiri dari mengamati, mengidentifikasi variabel, mengukur, mengumpulkan mengolah data, mengkomunikasikan dan menyimpulkan. Tes ini dilaksanakan kepada siswa setelah mendapatkan materi perubahan fisika dan kimia.



Persamaan yang digunakan untuk menghitung tingkat keterampilan proses sains siswa menggunakan persamaan 1.

$$P = \frac{F}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

P = Persentase (%)

F = Skor yang diperoleh

N = Skor maksimum

Kriteria hasil perhitungan nilai ketrampilan proses sains, menggunakan kriteria nilai sesuai pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian KPS

Persentase (%)	Kriteria
$75,05 < X$	Sangat tinggi
$58,83 < X \leq 75,05$	Tinggi
$41,65 < X \leq 58,83$	Sedang
$24,95 < X \leq 41,65$	Rendah
$X \leq 24,95$	Sangat rendah

Sumber : (Azwar, 2014)

Kriteria tingkat pencapaian KPS berdasarkan tabel diatas terbagi menjadi lima kategori. Kategori "Sangat Tinggi" mencakup persentase lebih dari 75,05%, sedangkan kategori "Tinggi" mencakup rentang persentase antara 58,83% hingga 75,05%. Selanjutnya, kategori "Sedang" berada pada rentang persentase 41,65% hingga 58,83%, dan kategori "Rendah" berada di antara 24,95% hingga 41,65%. Terakhir, kategori "Sangat Rendah" mencakup persentase kurang dari atau sama dengan 24,95%. Kriteria ini digunakan untuk mengukur indikator KPS secara sistematis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan Hasil angket analisis kebutuhan siswa yang berkaitan dengan pelaksanaan pembelajaran dan bahan ajar yang digunakan dapat di lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Analisis Kebutuhan Siswa

Persentase (%)	Deskripsi
Angket pelaksanaan pembelajaran	
74,3	Siswa menjawab materi IPA sulit
89,1	Sering menghafal secara teori dan belum ada aktifitas praktikum
70,6	Siswa menginginkan praktik pembelajaran
Angket bahan ajar	
90,6	Siswa hanya memiliki bahan ajar buku paket
71,8	Hp untuk main Game
15,3	Hp untuk komunikasi
12,9	Hp untuk pembelajaran
89,2	Siswa menginginkan bahan ajar selain buku paket
91,8	Siswa menginginkan bahan ajar yang bisa di akses melalui Hp dan waktu akses tidak dibatasi hanya saat pembelajaran di sekolah

Berdasarkan tabel analisis kebutuhan siswa, ditemukan bahwa 74,3% siswa merasa bahwa materi IPA sulit, 89,1% siswa sering menghafal secara teori tanpa adanya aktivitas praktikum, dan 70,6% siswa menginginkan adanya praktik pembelajaran. Selain itu, dalam aspek bahan ajar, 90,6% siswa hanya memiliki bahan ajar berupa buku paket. Penggunaan HP di kalangan siswa didominasi untuk bermain game (71,8%), diikuti komunikasi (15,3%), dan pembelajaran (12,9%). Sebanyak 89,2% siswa menginginkan bahan ajar selain buku paket, dan 91,8% siswa berharap bahan ajar dapat diakses melalui HP tanpa menghabiskan waktu hanya saat pembelajaran di sekolah. Temuan ini menunjukkan kebutuhan akan bahan terbuka yang interaktif, praktis, dan mudah diakses. Hasil wawancara terhadap 4 guru IPA terkait harapan dan kenyataan, bahan ajar dan model pembelajaran serta kesulitan yang dihadapi saat pembelajaran dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Wawancara Guru IPA

Pertanyaan	Responden 1
Ketersediaan dan bahan ajar yang digunakan	Menggunakan buku paket dan LKS (75%) Memanfaatkan internet (25%)

Pertanyaan	Responden 1
Model pembelajaran yang digunakan	Ceramah dan tanya jawab (75%) Inkuiri (25%)
Kendala dalam pelaksanaan pembelajaran dikelas	Fasilitas terbatas dan kurangnya motivasi siswa (100%)
Harapan yang di inginkan	Adanya e-modul interaktif untuk menarik minat siswa (100%)

Berdasarkan hasil wawancara guru di sekolah, ditemukan bahwa dalam aspek ketersediaan bahan ajar, sebagian besar guru masih mengandalkan buku paket dan LKS, namun bahan ajar tambahan yang interaktif belum tersedia secara optimal. Beberapa guru telah memanfaatkan internet sebagai sumber tambahan, meski belum terstruktur dengan baik. Model pembelajaran yang digunakan mayoritas berupa ceramah dan tanya jawab, dengan siswa yang kurang aktif serta minimnya penerapan model pembelajaran inovatif. Kendala utama yang dihadapi adalah keterbatasan fasilitas, seperti alat laboratorium yang tidak memadai, waktu terbatas untuk penerapan pembelajaran aktif, serta rendahnya motivasi siswa akibat kesulitan materi. Harapan para guru meliputi pengadaan e-modul interaktif, pelatihan model pembelajaran inovatif, perbaikan fasilitas laboratorium, serta penambahan bahan ajar terbuka untuk mendukung proses belajar mengajar.

Hasil angket penilaian KPS pada materi perubahan fisika dan perubahan kimia terhadap 94 siswa kelas IX dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Frekwensi dan Persentase Hasil Tes KPS

Kategori	Frekwensi	Persentase (%)
Sangat tinggi	2	2
Tinggi	10	11
Sedang	68	72
Rendah	14	15
Sangat rendah	0	0

Berdasarkan tabel frekuensi dan persentase hasil tes KPS, mayoritas peserta didik berada pada kategori sedang, dengan frekuensi 68 orang atau 72%. Sebanyak 10 peserta didik (11%) tergolong dalam kategori tinggi, sementara hanya 2 peserta didik (2%) yang masuk dalam kategori sangat tinggi. Sedangkan, 14 peserta didik (15%) berada dalam kategori rendah, dan tidak ada peserta didik yang masuk kategori sangat rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik memiliki kemampuan yang tergolong sedang, namun masih ada sejumlah peserta yang perlu mendapatkan perhatian khusus untuk meningkatkan kemampuan mereka.

Sedangkan persentase tiap indikator KPS yang menunjukkan seberapa besar pencapaian tiap indikator KPS dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Persentase Indikator KPS

Indikator KPS	Persentase (%)
Mengamati	53
Mengidentifikasi variabel	55
Mengukur	52
Mengumpulkan dan mengolah data	52
Mengkomunikasikan	51
Menyimpulkan	54

Berdasarkan tabel persentase indikator KPS, hasil pencapaian tertinggi diperoleh pada indikator mengidentifikasi variabel sebesar 55%, diikuti oleh indikator menyimpulkan dengan persentase 54%. Indikator mengamati mencapai 53%, sementara indikator mengukur serta mengumpulkan dan mengolah data masing-masing berada di angka 52%. Indikator dengan persentase terendah adalah mengkomunikasikan, yaitu sebesar 51%.

Pencapaian yang lebih tinggi pada indikator mengidentifikasi variabel disebabkan oleh frekuensi latihan soal yang mengharuskan siswa mengenali komponen percobaan. Indikator menyimpulkan juga memperoleh hasil baik karena siswa sering dilatih menyusun kesimpulan berdasarkan hasil pembelajaran. Sementara itu, indikator mengamati cenderung tinggi karena aktivitas ini kerap dilakukan dalam metode pembelajaran berbasis observasi. Namun, pencapaian pada indikator mengukur serta mengumpulkan dan mengolah data sedikit lebih rendah, kemungkinan besar akibat terbatasnya fasilitas laboratorium dan kurangnya pengalaman siswa dalam melakukan praktik langsung. Adapun indikator mengkomunikasikan mendapatkan hasil terendah karena siswa mungkin belum terbiasa menyampaikan hasil eksperimen secara terstruktur, baik secara lisan maupun tertulis.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan peningkatan melalui penerapan e-modul berbasis inkuiri terbimbing. Menurut Zaini (2016), e-modul yang dirancang dengan metode inkuiri terbimbing efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains (KPS) karena mampu memberikan panduan langkah demi langkah, mulai



dari mengamati, mengukur, mengolah data, hingga menarik kesimpulan. E-modul ini tidak hanya memberikan materi pembelajaran yang terstruktur, tetapi juga menghadirkan simulasi dan latihan interaktif, sehingga siswa mendapatkan pengalaman yang mendekati praktik langsung, meskipun fasilitas laboratorium terbatas. Pendapat Hake (2021) juga mendukung efektivitas inkuiri terbimbing dalam melatih keterampilan komunikasi ilmiah. Melalui pendekatan ini, siswa secara aktif dilibatkan dalam proses pembelajaran dan diarahkan untuk mengomunikasikan hasil eksperimen secara sistematis. Dengan demikian, e-modul berbasis inkuiri terbimbing tidak hanya meningkatkan keterampilan praktis seperti mengukur dan mengolah data, tetapi juga membantu siswa mengembangkan kemampuan komunikasi ilmiah melalui penyusunan laporan dan presentasi hasil belajar. Penerapan e-modul berbasis inkuiri terbimbing diharapkan dapat meningkatkan semua aspek keterampilan proses sains, khususnya pada indikator yang masih rendah.

4. SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan proses sains (KPS) siswa masih tergolong rendah, dengan mayoritas siswa (72%) berada pada kategori KPS sedang, sementara hanya 13% siswa yang mencapai kategori tinggi dan sangat tinggi. Pembelajaran IPA cenderung berfokus pada teori, dengan 89,1% siswa sering menghafal tanpa praktik, dan 74,3% siswa merasa materi IPA sulit. Sebanyak 91,8% siswa menginginkan bahan ajar yang interaktif dan dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Guru juga mengungkapkan kendala berupa kurangnya fasilitas laboratorium serta terbatasnya bahan ajar inovatif. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan e-modul berbasis inkuiri terbimbing yang dapat meningkatkan KPS siswa melalui aktivitas praktis, mudah diakses, dan memungkinkan siswa belajar secara mandiri, aktif, dan efektif.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih guru IPA dan pihak sekolah SMP Negeri 1 Kasiman yang telah memperkenalkan peneliti untuk melaksanakan analisis keterampilan proses sains siswa untuk mengembangkan e-modul pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing pada jenjang Sekolah Menengah Pertama.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M., F. R. Choudhary, and S. Sultan. 2023. "A Comparative Study of Basic Science Process Skills of Science Students At Higher Secondary Level in District Rawalpindi, Pakistan." *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 12(2):276–85. doi: 10.15294/jpii.v12i2.37775.
- AlAli, Rommel Mahmoud, and Ali Ahmad Al-Barakat. 2024. "Assessing the Effectiveness of Environmental Approach-Based Learning in Developing Science Process Skills and Cognitive Achievement in Young Children." *Education Sciences* 14(11):1–18. doi: 10.3390/educsci14111269.
- Arantika, J., S. Saputro, and S. Mulyani. 2019. "Effectiveness of Guided Inquiry-Based Module to Improve Science Process Skills." *Journal of Physics: Conference Series* 1157(4). doi: 10.1088/1742-6596/1157/4/042019.
- Chengere, Ashebir Mekonnen, Beyene Dobo Bono, Samuel Assefa Zinabu, and Kedir Woliy Jilo. 2025. "Enhancing Secondary School Students' Science Process Skills through Guided Inquiry-Based Laboratory Activities in Biology." *PLoS ONE* 20(4 April):1–18. doi: 10.1371/journal.pone.0320692.
- Deta, U. A., I. Prakoso, P. Z. R. Agustina, R. N. Fadillah, N. A. Lestari, M. Yantidewi, S. Admoko, A. Zainuddin, A. Nurlailiyah, and B. K. Prahani. 2020. "Science Process Skills Profile of Non-Science Undergraduate Student in Universitas Negeri Surabaya." *Journal of Physics: Conference Series* 1491(1). doi: 10.1088/1742-6596/1491/1/012067.
- Diana, N., I. Khaldun, and S. Nur. 2020. "Improving High School Students' Physic Performance Using Science Process Skills." *Journal of Physics: Conference Series* 1460(1). doi: 10.1088/1742-6596/1460/1/012127.
- Esi, Endang Purwaningsih, and Okianna. 2016. "Peranan Guru Sebagai Fasilitator Dan Motivator Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Di Kelas XI SMK." *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran* 5(10):1–14.
- Fitria, Dinelti, Asrizal Asrizal, and Lufri Lufri. 2025. "Enhancing 21st-Century Skills through Blended Problem-Based Learning with Ethnoscience Integration: A Mixed-Methods Study in Indonesian Junior High Schools." *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research* 24(1):464–80. doi: 10.26803/ijlter.24.1.23.
- Hake, Richard R. 2021. "Design-Based Research in Physics Education: A Review." *Handbook of Design Research Methods in Education* (March):511–26. doi: 10.4324/9781315759593-42.
- Hamadi, Adriana Agustina Lonny. 2018. "Pemahaman Guru Terhadap Keterampilan Proses Sains (Kps) Dan Penerapannya Dalam Pembelajaran Ipa Smp Di Salatiga." *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains & Matematika* 6(2):42. doi: 10.23971/eds.v6i2.935.
- Huang, Ronghuai, Ahmed Tlili, Lin Xu, Ying Chen, Lanqin Zheng, Ahmed Hosny Saleh Metwally, Ting Da, Tingwen Chang, Huanhuan Wang, Jon Mason, Christian M. Stracke, Demetrios Sampson, and Curtis J. Bonk. 2023. "Educational Futures of Intelligent Synergies between Humans, Digital Twins, Avatars, and Robots-



- the ISTAR Framework.” *Journal of Applied Learning and Teaching* 6(2):28–43. doi: 10.37074/jalt.2023.6.2.33.
- Lamanauskas, Vincentas. 2022. “Natural Science Education in Primary School: Some Significant Points.” *Journal of Baltic Science Education* 21(6):908–10. doi: 10.33225/jbse/22.21.908.
- Makmur, W., H. Susilo, and S. E. Indriwati. 2019. “Implementation of Guided Inquiry Learning with Scaffolding Strategy to Increase Critical Thinking Skills of Biology Students’ Based on Lesson Study.” *Journal of Physics: Conference Series* 1227(1). doi: 10.1088/1742-6596/1227/1/012003.
- Mariana, I. M. A., and W. Praginda. 2009. “Hakikat Ipa Dan Pendidikan IPA.” Pp. 1–14 in *Bandung: PPPPTK IPA*. Vol. 11.
- O’Connor, Louise. 2024. “‘People-in-Environments’ Taking the Classroom to the Community: Evaluation of a Collaborative Problem-Based Community Learning Model for Social Work Students.” *Social Work Education* 00(00):1–18. doi: 10.1080/02615479.2024.2416923.
- Rahayu, Suci, Mohammad Ahied, Wiwin Puspita Hadi, and Ana Yuniasti Retno Wulandari. 2021. “Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa SMP Pada Materi.” *Jurnal Natura; Science Educational Research* 4(1) 4(1):28–34.
- Ruth, Sandra, and Brown West. 1989. “The Effects of a Discovery Approach to Science on Preoperational Logical-Mathematical Development.” in *University of Dayton*.
- Samatowa, Usman. 2016. “Pembelajaran IPA Di Sekolah Dasar (Cet. Ke-III).” *Jakarta Barat: Indeks* 130–34.
- Sari, Hefni Dwika, Riandi Riandi, and Hertien Koosbandiah Surtikanti. 2024. “Bahan Ajar Digital Bermuatan Potensi Lokal Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Motivasi Belajar Pada Materi Bioteknologi Konvensional.” *Jurnal Basicedu* 8(1):263–76. doi: 10.31004/basicedu.v8i1.6503.
- Sicilia, Oleh :, Artya Puspita, Jurusan Pendidikan Biologi, Uny Fmipa, Sukarni Hidayati, and M. Si. 2016. “Analisis Keterampilan Proses Sains Yang Dikembangkan Dalam Lks Biologi Kelas X Yang Digunakan Oleh Siswa Man Di Kota Yogyakarta the Analysis of Science Process Skills Developed in Lks Biology Class X Used By the Students of Man in Yogyakarta.” *Jurnal Pendidikan Biologi* 5(1):30.
- Wahyuni, Sri. 2022. “Implementasi Model Pembelajaran Inquiry Terbimbing Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Anak Usia Dini.” *Jurnal Cahaya Mandalika* 339–46.
- Wisudawati, A. W., and E. Sulistyowati. 2014. “Metodelogi Pembelajaran IPA.” P. 22 in *PT. Bumi Aksara*.
- Yarza, Husnin Nahry, Mia Nurhikmah, Maryanti Setyaningsih, Ranti Annisa, Budhi Akbar, and Devi Anugrah. 2023. “Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinngi Siswa Terkait Pembelajaran Biologi Materi Sel.” *Jurnal Bionatural* 10(2):6–11. doi: 10.61290/bio.v10i2.506.
- Zahroh, Faristya Putri Alviana, Elok Sudibyo, and Mitarlis. 2017. “Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Model.” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 2(2):45–52.
- Zaini, Muhammad. 2016. “Guided Inquiry Based Learning on the Concept of Ecosystem Toward Learning Outcomes and Critical Thinking Skills of High School Students.” *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)* 6(6):53. doi: 10.9790/7388-0606085055.