

## **Pengenalan High-Level Inquiry-based Science Laboratory Berorientasi Keterampilan Proses**

**<sup>1</sup>Risa Dwita Hardianti, <sup>1</sup>Stephani Diah Pamelasari, <sup>1</sup>Muhammad Ahganiya Naufal, <sup>2</sup>Sri Ngabekti**

<sup>1</sup>Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

<sup>2</sup>Prodi Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

Email korespondensi: risadwita@mail.unnes.ac.id

### **Abstract**

Practical work is an important part of learning science. It is a hands-on activity that helps students to understand concepts by observing the phenomena presented. On average, science teachers in MGMP IPA Kota Semarang conduct practical learning in the laboratory 3-4 times per semester. However, the practical work carried out so far has been limited to cooking book experiments or activities with a low level of inquiry. Consequently, aspects such as planning and conducting investigations, which are key components of science process skills, have not been developed. It is necessary to implement training in high-level inquiry in science practicums (i.e., high-level inquiry-based science laboratory) with an orientation towards science process skills. The purpose of the training is to support the development of science teachers' pedagogical competence in designing junior high school science practicum activities that emphasize process skills. This program was implemented using the Asset-Based Community Development (ABCD) approach at MGMP IPA Kota Semarang. The implementation of a *high-level inquiry-based science laboratory (HisLab)* to strengthen science teachers' laboratory skills was very well received. Two groups conducted open-inquiry labs, while the other two conducted guided-inquiry labs. Teachers are regarded as successful in applying the two types of inquiry labs categorized as HisLab.

### **Keywords :**

high-level inquiry-based science laboratory, science learning, science process skills

### **Abstrak**

Praktikum merupakan bagian tidak terpisahkan dari pembelajaran IPA. Praktikum merupakan hands-on activity yang mampu membantu peserta didik memahami konsep melalui fenomena yang disajikan dalam praktikum. Rata-rata guru IPA yang tergabung dalam MGMP IPA Kota Semarang melaksanakan pembelajaran praktikum di laboratorium sebanyak 3-4 kali per semester. Jenis praktikum yang selama ini dilakukan adalah cookbook experiment atau praktikum dengan inkuiri level rendah sehingga aspek merencanakan, dan melakukan penyelidikan pada keterampilan proses sains tidak dapat dikembangkan. Dengan demikian, pelatihan pengenalan inkuiri level tinggi dalam praktikum IPA (high-level inquiry-based science laboratory) yang berorientasi pada keterampilan proses sains diperlukan. Tujuan pelatihan adalah menunjang pengembangan kompetensi pedagogi guru IPA dalam merancang kegiatan praktikum IPA SMP yang berorientasi pada keterampilan proses. Kegiatan dilaksanakan dengan menggunakan metode Asset-Based Community Development pada MGMP IPA Kota Semarang. Penguatan keterampilan laboratorium bagi guru-guru IPA dengan menerapkan high-level inquiry-based science laboratory (HisLab) berjalan lancar. Terdapat 2 kelompok guru yang mampu melakukan open-inquiry lab, sementara 2 kelompok yang lain mampu menerapkan sampai level guided-inquiry lab. Dengan demikian, keempat kelompok guru telah berhasil menerapkan dua tipe praktikum inkuiri tingkat tinggi.

**Kata Kunci :**

High-level inquiry-based science laboratory, pembelajaran sains, keterampilan proses sains

---

**PENDAHULUAN**

Kegiatan praktikum merupakan bagian tidak terpisahkan dari pembelajaran IPA. Praktikum merupakan *hands-on activity* yang mampu membantu peserta didik memahami konsep melalui fenomena yang disajikan dalam praktikum. Lingkungan laboratorium harus dimanfaatkan sebagai ruang fisik peserta didik untuk melakukan praktik yang ‘asli’ dan memperoleh perubahan konseptual yang ‘asli’ (Al Mamun et al., 2022; Berie et al., 2022). Dengan demikian, guru IPA perlu merancang bentuk dan jadwal kegiatan praktikum yang efektif untuk membantu peserta didik mencapai kompetensi yang diharapkan pada pembelajaran IPA di laboratorium IPA.

Hasil observasi ketersediaan dan kecukupan sarana dan prasarana laboratorium pada beberapa SMP, baik SMP negeri maupun SMP swasta, di Semarang dan Ungaran menunjukkan bahwa banyak SMP yang sudah memiliki alat dan bahan serta sarana dan prasarana yang memadai untuk digunakan dalam praktikum. Kit-kit praktikum IPA untuk kelas VII sampai kelas IX tersedia lengkap; beberapa SMP bahkan memiliki lebih dari satu kit untuk satu mata praktikum. Kegiatan wawancara dengan beberapa guru IPA mengungkapkan bahwa rata-rata guru IPA merancang dan melaksanakan pembelajaran praktikum di laboratorium sebanyak 3-4 kali per semester. Bentuk praktikum yang dilaksanakan adalah *confirmatory inquiry* dan *structured inquiry* atau yang lebih umum dikenal sebagai *cookbook laboratory*, di mana peserta didik melaksanakan praktikum sesuai tujuan dan prosedur praktikum yang sudah disediakan oleh guru.

Kurikulum Merdeka mendeskripsikan bahwa pembelajaran IPA SMP memiliki dua elemen utama, yakni elemen pemahaman IPA dan keterampilan proses (*inquiry*). Elemen yang terakhir, yaitu keterampilan proses, pada umumnya kurang mendapat perhatian. Modul ajar yang disusun guru-guru umumnya hanya menulis tujuan pembelajaran untuk elemen pemahaman IPA. Pembelajaran di kelas sudah menggunakan model pembelajaran kontekstual seperti *Discovery Learning*, *Problem-Based Learning*, dan *Project-Based Learning* yang sintaks-sintaks di dalamnya sudah memfasilitasi kelima unsur keterampilan proses (mengamati; mempertanyakan atau memprediksi; merencanakan, dan melakukan penyelidikan; memproses, menganalisis data dan informasi; mengevaluasi dan refleksi, serta mengkomunikasikan hasil), guru-guru tidak pernah membuat asesmen keterampilan proses yang holistik sehingga keterampilan proses siswa tidak bisa diukur dan dievaluasi padahal keterampilan proses merupakan salah satu elemen mata Pelajaran IPA.

Penilaian saat praktikum juga masih berfokus pada penilaian hasil, belum menilai keterampilan proses saat peserta didik melaksanakan praktikum. Kegiatan praktikum yang dilaksanakan umumnya menggunakan bentuk *cookbook laboratory* atau pembelajaran inkuiri level rendah. Guru-guru tidak terbiasa merancang kegiatan praktikum menggunakan level pembelajaran inkuiri yang lebih tinggi sehingga pengalaman peserta didik terhenti sampai inkuiri terstruktur (*structured inquiry*). Bentuk kegiatan praktikum seperti ini hanya memberikan pengalaman menghubungkan konsep dengan fenomena saat praktikum. Keterampilan proses pada aspek merencanakan, dan melakukan penyelidikan tidak bisa difasilitasi, dikembangkan, dan diukur. Beberapa keterampilan lain seperti keterampilan membuat keputusan dan keterampilan berpikir tingkat tinggi juga tidak dapat dicapai dengan menggunakan pembelajaran inkuiri level rendah. Inkuiri terbagi menjadi empat jenis, antara lain: a) *confirmatory inquiry (CI)*, b) *structured inquiry (SI)*, c) *guided inquiry (GI)*, dan d) *open inquiry (OI)* (Al Mamun et al., 2022; Berie et al., 2022; Liu & Fang, 2023; Orosz G et al., 2023). Guru menyediakan rumusan masalah/tujuan dan prosedur praktikumnya pada CI, sehingga peserta didik hanya mengikutinya saja untuk mendapatkan dan menganalisis datanya lalu menjawab rumusan masalah menggunakan bukti (*evidence*) (Kamarudin et al., 2024).

Pada SI, guru hanya menyediakan rumusan masalah/tujuan dan prosedur praktikumnya, tetapi peserta didik belum mengetahui konsep yang diangkat (Strat et al., 2024). GI menekankan guru hanya menyediakan rumusan masalah sementara peserta didik yang mencari prosedur sendiri lalu mengaitkan konsep dengan hasil praktikum (Asmoro & Prayitno, 2021; Kang, 2022; Nacaroglu & Göktaş, 2024). Sementara pada OI, guru cukup melakukan stimulasi pada peserta didik untuk merumuskan masalah, menetapkan prosedur, dan solusinya sendiri (Assem et al., 2023; DeStefano & Widenhorn, 2024; Strat et al., 2024). Kebanyakan praktikum yang dilaksanakan di sekolah menerapkan *confirmatory inquiry* dan *structured inquiry* (Aththibby et al., 2021; Coştu & Bayram, 2024; Gumilar & Ismail, 2023; Putri & Malik, 2024; Van Wyk et al., 2024). Jika peserta didik telah terbiasa dengan CI dan SI, maka peserta didik dapat dibawa untuk memasuki inkuiri level tinggi, yaitu GI dan OI, yang dapat diterapkan dalam kegiatan praktikum IPA (*high-level inquiry-based science laboratory*). Dengan mempertimbangkan permasalahan, kebutuhan, dan potensi yang dimiliki beberapa SMP di Kota Semarang, beberapa solusi permasalahan dapat disusun. Solusi secara lengkap diuraikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Solusi Permasalahan

| No | Aspek                                   | Permasalahan                                                                                                 | Solusi                                                                                                                    | Aset/ TTG yang akan diberikan ke mitra                                              |
|----|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Keterampilan proses sains peserta didik | Keterampilan proses peserta didik sering terabaikan dan tidak diukur oleh guru dalam proses pembelajaran IPA | Workshop penyusunan modul ajar yang memuat CP pemahaman IPA dan keterampilan proses beserta asesmennya.                   | Modul ajar yang memuat CP pemahaman IPA dan keterampilan proses beserta asesmennya. |
| 2. | Kegiatan praktikum                      | Kegiatan praktikum umumnya masih menerapkan inkuiri level rendah                                             | a. Pengenalan inkuiri level tinggi<br>b. Workshop penyusunan LKPD Praktikum menggunakan inkuiri level tinggi (GI atau OI) | LKPD Praktikum menggunakan inkuiri level tinggi (GI atau OI)                        |

## METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menerapkan strategi *Asset-Based Community Development* (ABCD) sebagai landasan utama pergerakan. Pendekatan ABCD dipilih karena menitikberatkan pada identifikasi dan pemanfaatan aset serta potensi internal yang telah dimiliki oleh komunitas mitra, daripada berfokus pada kekurangan yang ada (Fatin et al., 2024). Dalam konteks ini, aset yang dimaksud meliputi kompetensi pedagogis guru, keberadaan laboratorium sekolah, serta semangat kolaborasi dalam wadah organisasi profesi. Alur kerja sistematis yang mendasari pelaksanaan program ini secara visual dipetakan dalam Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram alir metode pelaksanaan

Keberhasilan program ini sangat bergantung pada sinergi yang kuat dengan mitra strategis, yaitu Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) IPA Kota Semarang. Melalui koordinasi yang intensif, program ini dirancang melalui lima tahapan utama yang komprehensif. Tahapan pertama dimulai dengan koordinasi dan *Focus Group Discussion* (FGD) untuk mematangkan persiapan teknis dan menyelaraskan kebutuhan pelatihan dengan kondisi di lapangan. Selanjutnya, rangkaian workshop dilaksanakan dengan fokus pada penyusunan Modul Ajar berorientasi pada Keterampilan Proses Sains (KPS).

Tahap krusial dalam pelatihan ini adalah pengenalan metode *Guided Inquiry* dan *Open Inquiry*, yang bertujuan untuk mengubah paradigma laboratorium dari sekadar "buku masak" (*cookbook*) menjadi ruang eksplorasi ilmiah yang otentik. Peserta kemudian dibimbing dalam workshop penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Open Inquiry* yang dirancang untuk merangsang kemampuan berpikir kritis siswa. Seluruh rangkaian kegiatan ini diakhiri dengan tahap refleksi dan evaluasi guna mengukur efektivitas program serta menentukan tindak lanjut yang diperlukan. Rincian operasional mengenai metode pelaksanaan tersebut disajikan secara detail pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Metode pelaksanaan kegiatan

| No | Solusi                                                                                                  | Rencana kegiatan     | Aktivitas                                                                                                                    | Partisipasi mitra                                                                             |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Workshop penyusunan modul ajar yang memuat CP pemahaman IPA dan keterampilan proses beserta asesmennya. | Bulan Maret          | Mempersiapkan bahan pelatihan penyusunan modul ajar yang memuat CP pemahaman IPA dan keterampilan proses beserta asesmennya. | Memberikan masukan dan saran terkait detail materi, tempat, dan tanggal pelaksanaan pelatihan |
|    |                                                                                                         | Bulan April          | Mempersiapkan teknis kegiatan <i>workshop</i>                                                                                | Melaporkan jumlah peserta yang sudah mendaftar                                                |
|    |                                                                                                         | Bulan Juli-September | Melaksanakan pelatihan sebanyak 8 JP                                                                                         | Mendorong peserta pelatihan untuk terlibat aktif selama pelatihan berlangsung                 |
|    |                                                                                                         | Bulan September      | Melakukan refleksi kegiatan pelatihan yang telah dilaksanakan                                                                | Memberikan respon terhadap pelatihan yang telah dilaksanakan                                  |
| 2. | a. Pengenalan inkuiri level tinggi                                                                      | Bulan Maret          | Mempersiapkan bahan pelatihan pengenalan <i>guided inquiry</i> dan <i>open inquiry</i> pada praktikum IPA SMP                | Memberikan masukan dan saran terkait detail materi, tempat, dan tanggal pelaksanaan pelatihan |
|    | b. Workshop penyusunan LKPD Praktikum menggunakan inkuiri level                                         |                      |                                                                                                                              |                                                                                               |

tinggi (GI atau OI)

|                      |                                                               |                                                                               |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Bulan April          | Mempersiapkan teknis kegiatan pelatihan dan <i>workshop</i>   | Melaporkan jumlah peserta yang sudah mendaftar                                |
| Bulan Juli-September | Melaksanakan pelatihan sebanyak 24 JP                         | Mendorong peserta pelatihan untuk terlibat aktif selama pelatihan berlangsung |
| Bulan September      | Melakukan refleksi kegiatan pelatihan yang telah dilaksanakan | Memberikan respon terhadap pelatihan yang telah dilaksanakan                  |

---

## HASIL DAN PEMBAHASAN

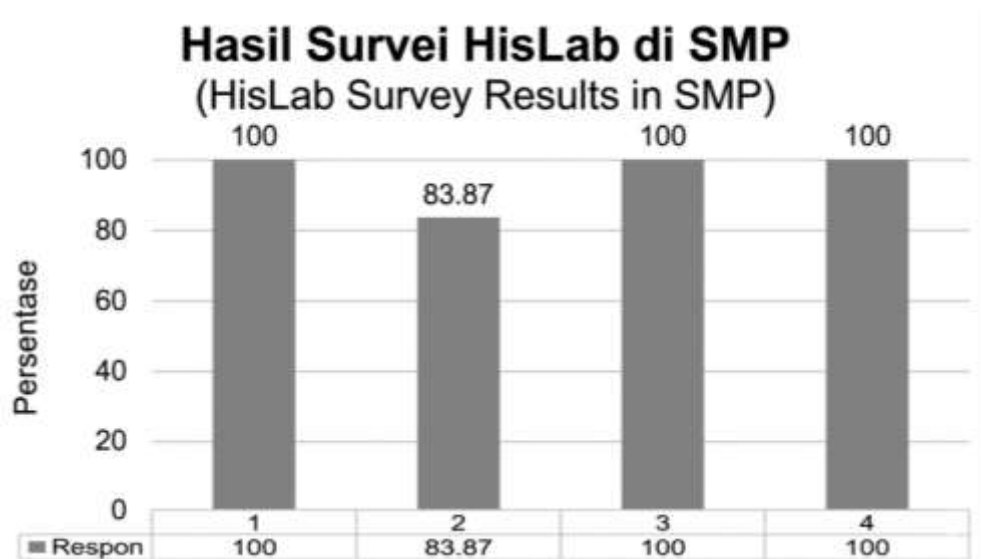
Kegiatan pelatihan *High-Level Inquiry-Based Science Laboratory* (HisLab) ini diikuti secara antusias oleh 37 guru IPA di Kota Semarang. Agenda pada hari pertama difokuskan pada *workshop* penyusunan modul ajar berbasis inkuiri yang berorientasi pada Keterampilan Proses Sains (KPS). Dalam sesi ini, peserta mendapatkan penyegaran komprehensif mengenai strategi perancangan pembelajaran mendalam (*deep learning*) yang mampu menstimulasi keterampilan proses siswa secara aktif. Selaras dengan regulasi pendidikan terkini, peserta diarahkan untuk menyusun perangkat pembelajaran yang mengacu pada Capaian Pembelajaran (CP) terbaru sesuai dokumen BSKAP Nomor 46 Tahun 2025. Hasil observasi selama kegiatan menunjukkan bahwa para peserta secara umum telah memiliki kompetensi pedagogis yang memadai, terlihat dari kemampuan mereka dalam menurunkan CP menjadi Tujuan Pembelajaran (TP) hingga menetapkan Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) secara sistematis.

Meskipun sebagian besar guru telah memiliki pengalaman dalam melaksanakan praktikum berbasis inkuiri, ditemukan fakta bahwa implementasi di lapangan selama ini masih terbatas pada level inkuiri terbimbing (*guided inquiry*). Para peserta mengakui belum pernah mengeksplorasi penerapan *open inquiry lab*, yang merupakan tingkatan tertinggi dalam hierarki praktikum inkuiri (*highest level inquiry lab*). Oleh sebab itu, dinamika diskusi dalam pelatihan ini secara sengaja diprioritaskan pada perencanaan strategi praktikum inkuiri terbuka guna memberikan tantangan intelektual yang lebih besar bagi siswa.

Di sisi lain, tantangan nyata muncul pada aspek evaluasi, di mana para peserta masih membutuhkan pendampingan intensif dalam menyusun instrumen asesmen keterampilan proses yang holistik. Hal ini disebabkan oleh minimnya pengalaman peserta dalam merancang perangkat penilaian yang tidak hanya berbasis hasil, tetapi juga proses. Tim pengabdian memberikan penguatan mengenai berbagai variasi asesmen KPS yang dapat diadaptasi, mulai dari bentuk tes, penilaian diri (*self-assessment*), penilaian antarteman (*peer-assessment*), hingga rubrik observasi yang terukur. Mengingat keterbatasan waktu pelatihan, peserta diarahkan secara strategis untuk memilih satu aspek keterampilan proses spesifik sebagai fokus perancangan instrumen. Sebagai representasi dari hasil kerja kreatif para peserta, contoh draf modul ajar yang berhasil dikembangkan disajikan pada Gambar 2.



Penerapan HisLab kemudian dilakukan oleh guru-guru peserta pelatihan di sekolah masing-masing. Setelah tiga minggu, survei pelaksanaan HisLab dilaksanakan untuk mengetahui keberhasilannya dengan beberapa pertanyaan: 1) Apakah Anda sudah melaksanakan praktikum Inquiry di laboratorium IPA?, 2) Apakah menurut Anda penggunaan praktikum Inquiry cocok untuk pembelajaran IPA SMP?, 3) Apabila praktikum inquiry dianggap cocok untuk pembelajaran IPA SMP, apakah praktikum inquiry sudah memfasilitasi proses pengalaman belajar memahami, mengaplikasi, dan merefleksi pada pembelajaran mendalam?, 4) Apabila praktikum inquiry dianggap cocok untuk pembelajaran IPA SMP, apakah praktikum inquiry sudah memfasilitasi proses pengalaman belajar memahami, mengaplikasi, dan merefleksi pada pembelajaran mendalam?. Hasil survei keempat pertanyaan dengan respons tertutup tersebut disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Hasil Survei Respon Tertutup terhadap Pelaksanaan HisLab

Hasil survei menunjukkan bahwa semua guru telah memanfaatkan lab untuk kegiatan praktikum, walaupun ada sebagian yang tidak dapat membantu peserta didik mencapai praktikum HisLab. Hal ini dapat dipahami karena kemampuan peserta didik pada masing-masing sekolah berbeda-beda. Oleh karena itu, pada pertanyaan ke-2 ada beberapa guru yang menjawab praktikum inkuiri kurang cocok dilaksanakan di SMP tempat mereka mengajar. Namun, semua guru sepakat bahwa praktikum HisLab sejalan dengan Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) yang sedang dilaksanakan di sekolah. Beberapa guru menjelaskan bahwa praktikum HisLab menekankan pada proses penelitian seperti yang dilakukan ilmuwan, di mana peserta didik didorong untuk menemukan konsep sendiri sehingga sesuai dengan prinsip Pembelajaran Mendalam. Sebagian besar guru juga telah melakukan penilaian terhadap Keterampilan Proses Sains (KPS) peserta didik. Instrumen yang digunakan antara lain soal posttest, tes lisan, dan rubrik penilaian proyek dengan teknik penilaian berturut-turut sesuai instrumen adalah tes, wawancara, dan observasi. Dengan demikian, secara umum guru-guru telah mampu memilih instrumen dan teknik penilaian yang tepat untuk mengukur KPS.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan pelatihan HisLab sebagai berikut.

1. Praktikum HisLab yang dilaksanakan guru-guru berjalan lancar. Terdapat 2 kelompok guru yang mampu melakukan open-inquiry lab, sementara 2 kelompok yang lain mampu menerapkan sampai level guided-inquiry lab. Dengan demikian, keempat kelompok guru telah berhasil menerapkan dua tipe praktikum HisLab.



2. Praktikum HisLab dapat diterapkan dengan baik pada sebagian besar SMP, hanya sebagian kecil SMP tidak dapat melaksanakan praktikum HisLab karena kemampuan peserta didik yang kurang.
3. Para peserta pelatihan telah mampu memilih instrumen dan teknik penilaian yang tepat untuk mengukur KPS.

## REFERENSI

- Al Mamun, M. A., Lawrie, G., & Wright, T. (2022). Exploration of learner-content interactions and learning approaches: The role of guided inquiry in the self-directed online environments. *Computers & Education*, 178, 104398.
- Asmoro, S. P., & Prayitno, B. A. (2021). Empowering scientific thinking skills of students with different scientific activity types through guided inquiry. *International Journal of Instruction*, 14(3), 547–562.
- Assem, H. D., Nartey, L., Appiah, E., & Aidoo, J. K. (2023). A review of students' academic performance in physics: Attitude, instructional methods, misconceptions and teachers qualification. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(2), 52–58.
- Aththibby, A. R., Kuswanto, H., Mundilarto, M., & Prihandono, E. (2021). Improving motivation and science process skills through a mobile laboratory-based learning model. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(3), 1133–1145.
- Berie, Z., Damtie, D., & Bogale, Y. N. (2022). Inquiry-based learning in science education: A content analysis of research papers in Ethiopia (2010–2021). *Education Research International*, 2022, 1–13.
- Coştu, F., & Bayram, H. (2024). From cookbook lab to PEODE-based lab: Redesigning lab activities to foster conceptual understanding. *Research in Science & Technological Education*, 42(1), 85–104.
- DeStefano, P. R., & Widenhorn, R. (2024). Open-inquiry opens doors to intriguing optics experiments at home: A case study. *Physical Review Physics Education Research*, 20(1), 010115.
- Fatin, A. D., Tamrin, M. H., Arieffiani, D., & Wahyudi, A. (2024). Community empowerment through asset-based tourism development: A case study of Romokalisari Adventure Land, Surabaya. *Jurnal Kebijakan dan Manajemen Publik*, 12(1), 45–56.
- Gumilar, S., & Ismail, A. (2023). The representation of laboratory activities in Indonesian physics textbooks: A content analysis. *Research in Science & Technological Education*, 41(4), 1320–1338.
- Kamarudin, M. Z., Mat Noor, M. S., & Omar, R. A. (2024). A scoping review of the effects of a technology-integrated, inquiry-based approach on primary pupils' learning in science. *Research in Science & Technological Education*, 42(2), 312–335.
- Kang, J. (2022). Interrelationship between inquiry-based learning and instructional quality in predicting science literacy. *Research in Science Education*, 52(3), 857–876.
- Liu, G., & Fang, N. (2023). The effects of enhanced hands-on experimentation on correcting student misconceptions about work and energy in engineering mechanics. *Research in Science & Technological Education*, 41(2), 654–672.
- Nacaroglu, O., & Göktaş, O. (2024). The effect of technology supported guided inquiry environmental education on preservice science teachers' attitudes towards sustainable environment, environmental education self-efficacy and digital literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 33(2), 241–256.
- Orosz, G., Németh, V., Kovács, L., Somogyi, Z., & Korom, E. (2023). Guided inquiry-based learning in secondary-school chemistry classes: A case study. *Chemistry Education Research and Practice*, 24(1), 182–202.
- Putri, M. N., & Malik, A. (2024). The use of science laboratories with cookbook and inquiry-based methods to enhance students' 21st-century thinking skills. *KULIDAWA*, 5(1), 12–22.



- Strat, T. T., Henriksen, E. K., & Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based science education in science teacher education: A systematic review. *Studies in Science Education*, 60(1), 45–82.
- Van Wyk, A. L., Frederick, K. A., Lieberman, M., & Cole, R. S. (2024). Increasing authenticity of the laboratory through the MICRO project: Analysis of analytical chemistry laboratory experiments for their level of inquiry. *Journal of Chemical Education*, 101(3), 856–865.