

ANALISIS KOMPARATIF PENDEKATAN INKUIRI PADA PEMBELAJARAN FISIKA DAN BIOLOGI DASAR: SEBUAH STUDI KEPUSTAKAAN

Fuadatun Nadzifah¹,

¹Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtida'iyah, Fakultas Tarbiyah, Universitas Islam An-Nur Lampung, Indonesia

***Corresponding Author Email: Fuadatunnadzifah12@gmail.com**

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 14 Mei 2026

Revised: 2 Juni 2026

Accepted: 15 Juni 2026

Published: 27 Juni 2026

Classification:

- Integrated Science
- Science Education
- STEM / STEAM
- Applied Sciences

License:

CC BY 4.0 International

ABSTRACT

The inquiry approach is widely used in science education because it positions learners as active agents in constructing knowledge through questioning, formulating hypotheses, conducting investigations, analyzing evidence, and drawing conclusions. Although various studies demonstrate the positive contribution of inquiry-based learning to learning outcomes, its implementation in Physics and Biology does not always follow the same pattern. This article aims to comparatively analyze the characteristics, modes of implementation, learning outcomes, and challenges associated with the inquiry approach in introductory Physics and Biology education. The study employs an integrative literature review, examining relevant journal articles, meta-analyses, and systematic reviews—primarily from the 2015–2026 period—alongside key foundational sources. The analysis involved thematic identification, information reduction, cross-disciplinary comparison, and interpretive synthesis. The findings indicate that inquiry in both fields supports science process skills, conceptual understanding, critical thinking, and the ability to use evidence. However, the nature of the subject matter leads to different emphases. Physics tends to require measurement, mathematical modeling, the analysis of variable relationships, and the construction of conceptual models; conversely, Biology involves the observation of organisms, interpretation of biological data, classification, investigation of living systems, and reasoning regarding complex and varied phenomena. The literature also reveals that the success of inquiry is heavily influenced by the level of scaffolding and teacher guidance. Thus, the inquiry approach should not be applied as a uniform procedure but rather adapted to the epistemic characteristics of the subject matter, learners' prior knowledge, learning objectives, and the specific learning context.

Keywords: inquiry-based learning, Physics, Biology, science process skills, critical thinking, literature review

ABSTRAK

Pendekatan inkuiri merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang banyak digunakan dalam pendidikan sains karena menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam membangun pengetahuan melalui proses bertanya, menyusun dugaan, melakukan investigasi, menganalisis bukti, dan merumuskan kesimpulan. Meskipun berbagai

penelitian menunjukkan kontribusi positif pembelajaran inkuiri terhadap hasil belajar, implementasinya pada disiplin Fisika dan Biologi tidak selalu menunjukkan pola yang sama. Artikel ini bertujuan menganalisis secara komparatif karakteristik, bentuk penerapan, hasil pembelajaran, serta tantangan pendekatan inkuiri pada pembelajaran Fisika dan Biologi dasar. Penelitian menggunakan studi kepustakaan integratif dengan menelaah artikel jurnal, meta-analisis, dan systematic review yang relevan, terutama publikasi periode 2015–2026, serta beberapa sumber foundational yang tetap relevan. Analisis dilakukan melalui identifikasi tema, reduksi informasi, perbandingan lintas disiplin, dan sintesis interpretatif. Hasil kajian menunjukkan bahwa inkuiri pada kedua bidang sama-sama mendukung keterampilan proses sains, pemahaman konsep, berpikir kritis, dan kemampuan menggunakan bukti. Namun, karakteristik objek kajian menghasilkan penekanan yang berbeda. Fisika cenderung menuntut pengukuran, pemodelan matematis, analisis hubungan antarvariabel, dan konstruksi model konseptual, sedangkan Biologi lebih banyak melibatkan observasi organisme, interpretasi data biologis, klasifikasi, investigasi sistem kehidupan, dan penalaran terhadap fenomena yang kompleks serta variatif. Literatur juga menunjukkan bahwa keberhasilan inkuiri sangat dipengaruhi tingkat scaffolding dan bimbingan guru. Dengan demikian, pendekatan inkuiri tidak seharusnya diterapkan sebagai prosedur yang seragam, tetapi disesuaikan dengan karakteristik epistemik materi, kemampuan awal peserta didik, tujuan pembelajaran, serta konteks pembelajaran.

Kata kunci: pembelajaran inkuiri, Fisika, Biologi, keterampilan proses sains, berpikir kritis, studi kepustakaan

1. INTRODUCTION / PENDAHULUAN

Pembelajaran sains pada hakikatnya tidak hanya bertujuan agar peserta didik menguasai sekumpulan konsep, prinsip, dan fakta, tetapi juga memahami bagaimana pengetahuan ilmiah dibangun dan digunakan untuk menjelaskan fenomena. Oleh karena itu, pembelajaran sains perlu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengamati fenomena, mengajukan pertanyaan, menyusun penjelasan sementara, memperoleh dan menafsirkan data, menggunakan bukti, serta mengomunikasikan hasil penyelidikan. Pola tersebut memiliki keterkaitan kuat dengan pendekatan inquiry-based learning atau pembelajaran berbasis inkuiri.

Dalam pembelajaran berbasis inkuiri, peserta didik tidak semata-mata menerima penjelasan dari guru, tetapi terlibat dalam proses investigasi yang memungkinkan mereka membangun pemahaman berdasarkan bukti. Pedaste et al. (2015) melalui kajian sistematis terhadap berbagai kerangka pembelajaran inkuiri mengidentifikasi lima fase umum, yaitu orientation, conceptualization, investigation, conclusion, dan discussion. Fase-fase tersebut menunjukkan bahwa inkuiri bukan sekadar kegiatan eksperimen, melainkan suatu rangkaian proses epistemik yang mencakup perumusan pertanyaan atau hipotesis, investigasi, interpretasi, refleksi, dan komunikasi.

Secara empiris, efektivitas pendekatan inkuiri telah didukung oleh sejumlah sintesis penelitian. Furtak et al. (2012), melalui meta-analisis terhadap 37 studi eksperimen dan kuasi-eksperimen, menemukan efek positif pembelajaran sains berbasis inkuiri terhadap hasil belajar dengan ukuran efek rata-rata sebesar 0,50. Kajian tersebut juga menunjukkan pentingnya mempertimbangkan bentuk aktivitas kognitif serta tingkat keterlibatan guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran.

Temuan tersebut diperkuat oleh Lazonder dan Harmsen (2016) yang menganalisis 72 studi mengenai pengaruh bimbingan dalam pembelajaran inkuiri. Hasil meta-analisis menunjukkan bahwa guidance atau bimbingan memberikan efek positif terhadap aktivitas belajar, keberhasilan pelaksanaan investigasi, dan hasil belajar. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran inkuiri tidak identik dengan membiarkan peserta didik bekerja sepenuhnya tanpa arahan. Sebaliknya, kualitas dan bentuk scaffolding menjadi komponen penting dalam menentukan keberhasilan pembelajaran.

Meta-analisis tingkat kedua oleh Öztürk, Kaya, dan Demir (2022) juga melaporkan efek positif pembelajaran berbasis inkuiri terhadap hasil belajar dengan ukuran efek rata-rata sebesar $d = 0,62$. Temuan tersebut menunjukkan bahwa secara umum pendekatan inkuiri mempunyai potensi dalam meningkatkan berbagai hasil pembelajaran, meskipun keberhasilannya dipengaruhi oleh karakteristik model, peserta didik, dan konteks pembelajaran.

Meskipun demikian, pembelajaran Fisika dan Biologi memiliki karakteristik epistemik yang tidak sepenuhnya sama. Fisika banyak berhubungan dengan pengukuran, hubungan antarvariabel, model matematis, prediksi, dan konstruksi model konseptual. Oleh sebab itu, proses inkuiri dalam Fisika sering melibatkan desain eksperimen, pengukuran, representasi data, pengujian hubungan kuantitatif, dan pemodelan. Sebaliknya, Biologi berhadapan dengan sistem kehidupan yang memiliki tingkat kompleksitas, variasi biologis, dan konteks lingkungan yang tinggi. Penyelidikan Biologi dapat melibatkan observasi, klasifikasi, identifikasi pola, investigasi eksperimental, interpretasi data biologis, serta penalaran terhadap interaksi antarkomponen sistem.

Perbedaan karakteristik tersebut penting diperhatikan karena pendekatan inkuiri tidak dapat dipandang sebagai satu prosedur universal yang diterapkan secara identik pada semua bidang sains. Kajian tentang kompetensi inkuiri juga menunjukkan bahwa konteks disiplin ilmu dapat memengaruhi bagaimana peserta didik mengembangkan dan memperlihatkan kompetensi penyelidikan ilmiah. Ogegbo et al. (2025), misalnya, dalam systematic review mengenai asesmen inkuiri, menekankan bahwa asesmen yang digunakan dalam pembelajaran inkuiri mencakup berbagai subfase seperti questioning, hypothesis generation, experimentation, interpretation, conclusion, dan communication.

Pada pembelajaran Biologi, hubungan antara pemahaman hakikat sains dan keterampilan inkuiri juga telah ditunjukkan oleh Kremer et al. (2014). Studi tersebut terhadap peserta didik sekolah menengah menunjukkan adanya hubungan positif antara kemampuan inkuiri dan pemahaman peserta didik mengenai nature of science. Hal ini mengindikasikan bahwa investigasi biologis tidak hanya berkaitan dengan keterampilan teknis, tetapi juga pemahaman mengenai bagaimana pengetahuan biologis dibangun.

Dalam pembelajaran Fisika, bukti empiris menunjukkan bahwa pendekatan inkuiri dapat digunakan untuk memperkuat pemahaman konsep sekaligus keterampilan berpikir ilmiah. Thacker (2023), melalui analisis terhadap program laboratorium Fisika berbasis inkuiri yang telah berlangsung lebih dari dua dekade, menunjukkan bahwa peserta didik bekerja dengan investigasi laboratorium, membangun model kuantitatif dan kualitatif, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan berpikir seperti ilmuwan.

Di Indonesia, berbagai penelitian juga memperlihatkan pola serupa. Rahayu, Asyhari, dan Anjani (2022) menemukan bahwa pembelajaran guided inquiry yang dipadukan dengan scaffolding dan Google Classroom dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep Fisika. Pada bidang Biologi, Nopiya, Hindriana, dan Sulistyono (2020) melaporkan bahwa pembelajaran guided inquiry berkontribusi terhadap keterampilan proses sains dan kecerdasan interpersonal peserta didik. Namun, sebagian besar kajian terdahulu lebih menekankan efektivitas inkuiri pada satu bidang, satu jenjang, atau satu variabel hasil belajar. Kajian yang secara khusus membandingkan bagaimana pendekatan inkuiri bekerja pada Fisika dan Biologi berdasarkan karakteristik masing-masing disiplin masih relatif terbatas. Padahal, analisis komparatif diperlukan agar guru tidak hanya memahami bahwa inkuiri “efektif”, tetapi juga mengetahui **jenis inkuiri seperti apa yang sesuai, tingkat bimbingan seperti apa yang diperlukan, serta aktivitas ilmiah apa yang perlu ditonjolkan dalam Fisika dan Biologi.**

Berdasarkan permasalahan tersebut, artikel ini bertujuan untuk menganalisis secara komparatif penerapan pendekatan inkuiri pada pembelajaran Fisika dan Biologi dasar berdasarkan hasil penelitian terdahulu. Analisis difokuskan pada karakteristik inkuiri, jenis aktivitas pembelajaran, hasil belajar, keterampilan proses sains, tingkat bimbingan, tantangan implementasi, serta implikasi pedagogis.

Pertanyaan penelitian yang menjadi dasar kajian adalah: (1) bagaimana karakteristik penerapan inkuiri dalam pembelajaran Fisika dasar dan Biologi dasar; (2) apa persamaan dan perbedaannya; (3) bagaimana kontribusinya terhadap pemahaman konsep, keterampilan proses sains, dan berpikir kritis; serta (4) faktor apa yang menentukan keberhasilan implementasi pendekatan inkuiri pada kedua bidang tersebut?

2. METHODS / METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi kepustakaan integratif. Pendekatan ini digunakan karena tujuan penelitian bukan menghitung satu ukuran efek tunggal, melainkan mengintegrasikan berbagai hasil penelitian untuk menemukan pola, persamaan, perbedaan, dan implikasi penerapan pendekatan inkuiri pada pembelajaran Fisika dan Biologi.

Studi ini memanfaatkan artikel penelitian empiris, systematic review, meta-analysis, serta artikel konseptual yang memiliki relevansi langsung terhadap pembelajaran inkuiri dalam pendidikan sains. Literatur diprioritaskan pada publikasi tahun 2015–2026, sementara beberapa penelitian terdahulu tetap digunakan apabila memiliki kontribusi konseptual yang kuat terhadap pengembangan teori inkuiri.

Kajian tentang inquiry-based science education menunjukkan bahwa penelitian inkuiri telah berkembang ke berbagai konteks, termasuk pembelajaran sains, pendidikan guru, lingkungan digital, laboratorium, asesmen, dan pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Urdanivia Alarcon et al. (2023), misalnya, melakukan systematic review terhadap 51 artikel yang diperoleh dari Web of Science, Scopus, dan ERIC untuk menganalisis penggunaan pembelajaran berbasis inkuiri pada pendidikan sains.

2.2 Strategi Penelusuran Literatur

Penelusuran sumber diarahkan pada kombinasi kata kunci:

“inquiry-based learning”

“guided inquiry”

“open inquiry”

“inquiry-based science education”

“inquiry physics education”

“inquiry biology education”

“science process skills”

“conceptual understanding”

“critical thinking”

“scientific inquiry”

Sumber diperoleh dari laman jurnal dan penerbit akademik, antara lain ScienceDirect, Frontiers, Taylor & Francis, Wiley, American Physical Society, serta jurnal pendidikan Indonesia yang relevan.

2.3 Kriteria Literatur

Literatur dipilih apabila memenuhi kriteria berikut:

Kriteria inklusi

Membahas inquiry-based learning atau bentuk spesifiknya seperti guided inquiry/open inquiry.

Berhubungan dengan pembelajaran sains, Fisika, atau Biologi.

Menyajikan hasil penelitian empiris, systematic review, atau meta-analysis.

Memiliki identitas publikasi yang dapat diverifikasi.

Relevan dengan salah satu tema: hasil belajar, pemahaman konsep, keterampilan proses sains, berpikir kritis, scientific inquiry, atau implementasi pembelajaran.

Kriteria eksklusi

Sumber nonakademik.

Artikel tanpa informasi publikasi yang memadai.

Tulisan yang tidak berkaitan langsung dengan pendidikan sains atau inkuiri.

Publikasi yang hanya menggunakan istilah “inquiry” tetapi tidak membahas proses pembelajaran inkuiri.

2.4 Teknik Analisis

Analisis dilakukan melalui empat tahap:

Identifikasi, yaitu menemukan konsep, model, dan hasil penelitian yang berkaitan dengan inkuiri.

Kategorisasi, yaitu mengelompokkan literatur berdasarkan bidang Fisika atau Biologi, bentuk inkuiri, hasil pembelajaran, dan konteks implementasi.

Komparasi, yaitu membandingkan pola penerapan inkuiri pada kedua bidang.

Sintesis, yaitu merumuskan interpretasi mengenai kesamaan, perbedaan, faktor pendukung, dan implikasi pedagogis.

Kerangka konseptual fase inkuiri mengacu terutama pada model Pedaste et al. (2015), sementara pembahasan mengenai bimbingan pembelajaran mengacu pada temuan Lazonder dan Harmsen (2016).

3. RESULTS AND DISCUSSION / HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Literatur Utama yang Menjadi Dasar Analisis

No.	Literatur	Bidang/Konteks	Kontribusi Utama
1	Pedaste et al. (2015)	Sains	Kerangka fase inquiry
2	Furtak et al. (2012)	Sains	Meta-analisis efektivitas inkuiri
3	Lazonder & Harmsen (2016)	Sains	Pengaruh scaffolding/bimbingan
4	Aktamış et al. (2016)	Sains	Meta-analisis hasil belajar dan keterampilan proses
5	Kremer et al. (2014)	Biologi	Inquiry skills dan nature of science
6	Nopiya et al. (2020)	Biologi	Keterampilan proses sains
7	Sinta & Agustina (2024)	Biologi	Keterampilan proses sains dan hasil belajar
8	Chengere et al. (2025)	Biologi	Guided inquiry berbasis laboratorium
9	Rahayu et al. (2022)	Fisika	Scaffolding dan pemahaman konsep
10	Thacker (2023)	Fisika	Laboratory-based inquiry
11	Novitra et al. (2024)	Fisika	Inquiry dan keterampilan abad ke-21
12	Diraya et al. (2025)	Fisika	Systematic review ISLE
13	Arifin et al. (2025)	Sains	Meta-analisis critical thinking
14	Ogegbo et al. (2025)	Sains	Asesmen inquiry
15	Kopbayeva et al. (2026)	Biologi	Systematic review IBL
16	Annisa et al. (2026)	Sains	Tipologi sintaks inquiry

Kajian mutakhir juga menunjukkan bahwa bentuk-bentuk inquiry semakin beragam. Annisa et al. (2026) menganalisis 41 artikel yang diterbitkan pada periode 2016–2025 dan menunjukkan adanya variasi sintaks inquiry dalam pendidikan sains. Temuan tersebut memperkuat pandangan bahwa istilah inquiry-based learning mencakup spektrum pendekatan, bukan satu model pembelajaran tunggal.

3.2 Karakteristik Pendekatan Inkuiri

Pembelajaran inkuiri pada dasarnya merupakan proses pembelajaran yang mengorganisasi kegiatan belajar di sekitar pertanyaan, investigasi, bukti, dan penjelasan. Pedaste et al. (2015) mengelompokkan proses tersebut ke dalam lima fase utama, yaitu:

1. Orientation – peserta didik dikenalkan pada fenomena atau masalah.
2. Conceptualization – peserta didik merumuskan pertanyaan dan/atau hipotesis.
3. Investigation – peserta didik melakukan eksplorasi, eksperimen, pengumpulan data, dan interpretasi.
4. Conclusion – peserta didik menyusun kesimpulan berdasarkan bukti.
5. Discussion – peserta didik mengomunikasikan dan merefleksikan hasil.

Kerangka tersebut dapat digunakan baik pada Fisika maupun Biologi, tetapi bentuk aktivitas di setiap fase dapat berbeda sesuai karakteristik materi. Variasi inquiry dapat ditempatkan dalam suatu spektrum mulai dari confirmation inquiry, structured inquiry, guided inquiry, hingga open inquiry. Perbedaan utama terletak pada pihak yang menentukan pertanyaan, prosedur investigasi, dan interpretasi hasil.

Dalam confirmation inquiry, peserta didik mengikuti prosedur yang relatif terstruktur untuk memverifikasi pengetahuan yang telah diberikan. Dalam structured inquiry, masalah dan prosedur utama masih disediakan guru. Dalam guided inquiry, guru memberikan permasalahan atau konteks, tetapi peserta didik mendapat ruang lebih besar untuk merumuskan hipotesis, menentukan cara memperoleh data, atau membangun penjelasan. Sementara itu, open inquiry memberikan otonomi yang lebih besar kepada peserta didik untuk menentukan pertanyaan, metode, serta cara penyelidikan.

Systematic review tentang open inquiry menunjukkan bahwa pendekatan tersebut memiliki potensi dalam mengembangkan kemampuan ilmiah dan otonomi belajar, tetapi keberhasilannya sangat tergantung pada kesiapan peserta didik dan kualitas lingkungan pembelajaran.

4. Analisis Komparatif Pembelajaran Fisika dan Biologi

4.1 Persamaan

Secara umum terdapat beberapa persamaan mendasar antara penerapan inkuiri pada Fisika dan Biologi.

a. Peserta didik sebagai pembangun pengetahuan

Baik pada Fisika maupun Biologi, peserta didik tidak ditempatkan sebagai penerima informasi semata. Mereka dituntut mengembangkan pengetahuan melalui aktivitas penyelidikan. Proses tersebut dapat mencakup pengamatan, pertanyaan, hipotesis, pengumpulan data, analisis, dan komunikasi.

b. Penggunaan bukti

Sama-sama menuntut penjelasan yang didukung oleh data. Peserta didik perlu belajar membedakan antara pendapat, dugaan, dan kesimpulan berbasis bukti.

c. Pengembangan keterampilan proses sains

Mengamati, mengklasifikasikan, mengukur, memprediksi, menginterpretasi, dan mengomunikasikan hasil merupakan kompetensi yang muncul dalam kedua bidang. Meta-analisis Aktamış et al. (2016) serta berbagai systematic review mutakhir menunjukkan adanya hubungan positif antara pembelajaran inkuiri dengan berbagai hasil belajar dan keterampilan proses sains.

d. Pentingnya bimbingan

Persamaan penting lainnya adalah kebutuhan terhadap scaffolding. Peserta didik, khususnya pada tahap awal belajar inkuiri, belum selalu mempunyai keterampilan untuk merancang dan mengevaluasi penyelidikan secara mandiri. Temuan Lazonder dan Harmsen (2016) menunjukkan bahwa guidance memberikan keuntungan terhadap aktivitas belajar, keberhasilan investigasi, dan hasil pembelajaran.

4.2 Perbedaan

Meskipun memiliki dasar yang sama, penerapan inkuiri pada Fisika dan Biologi menunjukkan beberapa perbedaan.

Tabel 2. Perbandingan Pendekatan Inkuiri pada Fisika dan Biologi

Aspek	Fisika	Biologi
Objek kajian	Fenomena fisik, materi, energi, gerak, gaya	Organisme, sistem kehidupan, lingkungan
Karakter data	Sering kuantitatif dan terukur	Kuantitatif dan kualitatif
Aktivitas utama	Pengukuran, eksperimen, pemodelan	Observasi, eksperimen, klasifikasi, identifikasi
Peran matematika	Relatif dominan pada banyak topik	Umumnya sebagai alat pendukung analisis
Bentuk model	Model matematis/konseptual	Model sistem, struktur-fungsi, hubungan ekologis
Variabel Laboratorium	Sering lebih mudah dikontrol Eksperimen terukur dan pengujian hubungan	Dapat lebih kompleks dan bervariasi Observasi dan eksperimen biologis
Tantangan utama	Konsep abstrak, representasi, matematika	Kompleksitas sistem, variasi biologis
Produk inquiry	Grafik, persamaan, model, penjelasan	Deskripsi, klasifikasi, model biologis,

Penekanan	fenomena	penjelasan sistem
	Pengukuran dan pemodelan	Observasi, bukti biologis, sistem dan variasi

Tabel tersebut menunjukkan bahwa struktur pembelajaran inkuiri perlu disesuaikan dengan karakteristik epistemik bidang ilmu.

5. Pendekatan Inkuiri dalam Pembelajaran Fisika

Fisika merupakan disiplin yang banyak menggunakan hubungan antara variabel terukur untuk menjelaskan fenomena alam. Dalam konteks pendidikan, peserta didik sering berhadapan dengan fenomena yang tidak dapat dijelaskan hanya melalui pengamatan langsung. Mereka perlu menghubungkan pengamatan dengan model konseptual dan matematis. Oleh karena itu, inquiry dalam Fisika memiliki hubungan erat dengan eksperimen, pengukuran, representasi data, pemodelan, dan pengujian prediksi.

Thacker (2023) memberikan contoh yang kuat melalui pengembangan program laboratorium Fisika berbasis inquiry selama lebih dari 20 tahun. Peserta didik menggunakan guided inquiry manual, bekerja dalam kelompok, melakukan eksperimen, dan membangun model kuantitatif serta kualitatif. Program tersebut menekankan tidak hanya pemahaman konten Fisika, tetapi juga critical thinking, modeling, dan cara berpikir ilmiah.

Temuan di Indonesia menunjukkan hasil yang sejalan. Rahayu et al. (2022) menggunakan guided inquiry berbasis scaffolding dengan Google Classroom pada materi elastisitas dan Hukum Hooke. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa integrasi inquiry dan scaffolding dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep Fisika.

Penelitian Winarti dan Sari (2020) juga menunjukkan bahwa guided inquiry pada materi gelombang, getaran, dan bunyi dapat meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik. Penelitian tersebut melaporkan nilai N-gain sebesar 0,701 dalam kategori tinggi.

Selain itu, penelitian mengenai guided inquiry dalam pendidikan Fisika Indonesia menunjukkan kontribusi terhadap keterampilan proses sains. Dengan demikian, inkuiri dalam Fisika paling kuat ketika peserta didik tidak hanya melakukan “praktikum”, tetapi benar-benar menghubungkan data eksperimen dengan model dan penjelasan konseptual.

Dalam konteks digital, Novitra et al. (2024) menunjukkan bahwa inquiry-based learning yang didukung lingkungan digital dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran Fisika. Teknologi dapat membantu peserta didik memperoleh data, melakukan simulasi, memvisualisasikan fenomena, dan mengomunikasikan hasil.

Temuan lain dari systematic review mengenai Investigative Science Learning Environment atau ISLE menunjukkan bahwa pendekatan investigatif dalam Fisika banyak digunakan untuk mewakili proses berpikir ilmiah, dengan implementasi pada berbagai jenjang dan topik, terutama mekanika dan gelombang.

Dengan demikian, pada pembelajaran Fisika, model guided inquiry sangat relevan ketika peserta didik masih membutuhkan struktur untuk mengendalikan variabel, mengolah data, memahami grafik, dan menghubungkan hasil pengukuran dengan persamaan atau model.

6. Pendekatan Inkuiri dalam Pembelajaran Biologi

Biologi mempunyai karakteristik objek kajian yang berbeda. Fenomena biologis melibatkan organisme, struktur, fungsi, interaksi antarkomponen, lingkungan, serta variasi pada berbagai tingkat organisasi kehidupan.

Dalam konteks tersebut, inquiry dapat diwujudkan melalui pengamatan organisme, identifikasi, klasifikasi, investigasi laboratorium, pengamatan mikroskopis, penyelidikan lingkungan, analisis data, maupun pemodelan sistem biologis. Kremer et al. (2014) menunjukkan bahwa kemampuan inkuiri dalam Biologi berkaitan dengan pemahaman peserta didik terhadap nature of science. Penelitian dengan peserta didik sekolah menengah tersebut juga menemukan bahwa pengalaman sains dan pengetahuan awal berkontribusi pada perkembangan keterampilan inkuiri.

Pada tingkat sekolah menengah, Nopiya et al. (2020) menemukan bahwa guided inquiry pada pembelajaran sistem respirasi memberikan hasil yang lebih baik terhadap keterampilan proses sains dan kecerdasan interpersonal dibandingkan pembelajaran pembandingan.

Penelitian Sinta dan Agustina (2024) juga secara khusus mengkaji hubungan guided inquiry dengan keterampilan proses sains dan hasil belajar Biologi. Penelitian tersebut memperkuat temuan bahwa pembelajaran Biologi berbasis investigasi dapat digunakan untuk mengembangkan baik proses ilmiah maupun hasil belajar akademik.

Bukti yang lebih mutakhir diberikan oleh Chengere et al. (2025). Melalui pembelajaran laboratorium berbasis guided inquiry pada Biologi sekolah menengah, penelitian tersebut menempatkan keterampilan proses sains sebagai salah satu hasil utama pembelajaran. Systematic review Kopbayeva et al. (2026) terhadap 17 studi empiris pada pendidikan calon guru Biologi menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inquiry berkaitan dengan perkembangan scientific process skills, research competence, conceptual understanding, environmental literacy, dan self-efficacy. Kajian tersebut juga menunjukkan pola bahwa guided inquiry cenderung menghasilkan perkembangan yang lebih konsisten pada kompetensi dasar, sedangkan open inquiry memiliki potensi lebih besar untuk mengembangkan otonomi dan penalaran tingkat tinggi apabila kondisi pelaksanaannya mendukung.

Temuan tersebut memberikan implikasi penting bahwa pembelajaran Biologi tidak harus selalu diarahkan pada praktikum yang prosedurnya telah sepenuhnya tersedia. Pada tingkat kompetensi yang lebih tinggi, peserta didik dapat diberi kesempatan merancang investigasi, mengembangkan pertanyaan biologis, memilih metode, dan mempertanggungjawabkan kesimpulan berdasarkan data.

7. Perbandingan Tingkat Bimbingan dalam Fisika dan Biologi

Salah satu temuan paling penting dari literatur bukanlah bahwa open inquiry selalu lebih baik daripada guided inquiry atau sebaliknya. Yang lebih relevan adalah kesesuaian tingkat bimbingan dengan kesiapan peserta didik dan kompleksitas tugas. Meta-analisis Furtak et al. (2012) menunjukkan bahwa kegiatan yang melibatkan struktur dan arahan guru memiliki efek lebih besar dibandingkan kondisi yang sepenuhnya dipimpin peserta didik pada studi-studi yang dianalisis. Lazonder dan Harmsen (2016) memperkuat argumentasi tersebut. Bimbingan membantu peserta didik menjalankan aktivitas inquiry, menyelesaikan tugas, dan mencapai hasil belajar yang lebih baik.

Dalam Fisika, kebutuhan terhadap scaffolding dapat sangat penting karena peserta didik harus mengintegrasikan beberapa bentuk representasi sekaligus, seperti fenomena nyata, tabel data, grafik, persamaan, diagram, dan model konseptual. Dalam Biologi, scaffolding dibutuhkan ketika peserta didik harus menghadapi sistem yang kompleks, menentukan variabel pengamatan, mengontrol faktor lingkungan, atau menafsirkan data biologis yang memiliki variasi tinggi.

Dengan demikian, guided inquiry tidak seharusnya dipahami sebagai bentuk inkuiri yang kurang autentik, tetapi sebagai strategi pedagogis untuk menjembatani kemampuan aktual peserta didik dengan tuntutan investigasi ilmiah.

8. Pembahasan

Temuan utama studi ini menegaskan bahwa pembelajaran inquiry sebaiknya tidak ditentukan berdasarkan pertanyaan “apakah inquiry efektif?”, tetapi berdasarkan pertanyaan yang lebih spesifik: “bentuk inquiry apa yang sesuai untuk tujuan, materi, dan kesiapan peserta didik?” Kesimpulan tersebut penting karena literatur memperlihatkan bahwa inquiry merupakan konstruk multidimensional. Pedaste et al. (2015) menunjukkan bahwa inquiry mencakup beberapa fase, sedangkan Lazonder dan Harmsen (2016) menunjukkan pentingnya dukungan selama proses pembelajaran. Dengan kata lain, dua kelas yang sama-sama disebut menggunakan inquiry dapat menghasilkan pengalaman belajar yang sangat berbeda.

Dalam Fisika, guided inquiry sering memiliki relevansi kuat ketika peserta didik harus menghubungkan fenomena dengan model matematis. Jika peserta didik langsung diberi kebebasan penuh tanpa pemahaman terhadap variabel, pengukuran, dan representasi data, inquiry dapat berubah menjadi kegiatan coba-coba tanpa konstruksi konsep yang kuat.

Sebaliknya, dalam Biologi, guided inquiry memungkinkan peserta didik membangun pemahaman terhadap sistem kehidupan secara bertahap sebelum memasuki investigasi yang lebih terbuka. Setelah kompetensi investigasi berkembang, open inquiry dapat digunakan untuk memberikan otonomi lebih besar.

Temuan sistematis terbaru pada pendidikan calon guru Biologi mendukung pola tersebut, yakni guided inquiry cenderung memberikan hasil yang lebih konsisten pada kompetensi dasar, sedangkan open inquiry memiliki potensi untuk mengembangkan otonomi dan kemampuan penalaran tingkat tinggi ketika konteks pembelajaran mendukung.

Implikasi lainnya berkaitan dengan desain guru sebagai fasilitator. Pada pembelajaran inquiry, guru tidak kehilangan peran. Peran guru justru berubah dari pusat pemberi informasi menjadi perancang lingkungan belajar, pemberi scaffolding, pengarah pertanyaan, pengelola diskusi, serta evaluator proses ilmiah.

Temuan systematic review Strata et al. (2024) menunjukkan bahwa dimensi inquiry yang berkembang dalam pendidikan guru tidak hanya prosedural dan konseptual, tetapi juga pedagogis dan afektif.

Dalam konteks pendidikan IPA, hasil tersebut dapat diterapkan dengan membangun desain pembelajaran berjenjang. Peserta didik pemula dapat memperoleh structured atau guided inquiry. Peserta didik dengan keterampilan lebih tinggi dapat diarahkan menuju open inquiry.

Pendekatan berjenjang tersebut memberikan jalan tengah antara dua ekstrem, yaitu pembelajaran tradisional yang terlalu berpusat pada guru dan inquiry yang terlalu bebas bagi peserta didik yang belum siap.

4. KESIMPULAN

Pendekatan inkuiri memiliki kontribusi yang kuat terhadap pembelajaran sains karena mendorong peserta didik membangun pengetahuan melalui proses bertanya, investigasi, penggunaan bukti, analisis, kesimpulan, dan komunikasi. Berbagai meta-analisis dan systematic review menunjukkan bahwa inquiry dapat mendukung hasil belajar, keterampilan proses sains, pemahaman konsep, dan berpikir kritis.

Analisis komparatif menunjukkan bahwa pembelajaran Fisika dan Biologi memiliki fondasi inquiry yang sama, tetapi penerapannya perlu disesuaikan dengan karakteristik masing-masing disiplin. Fisika lebih banyak menekankan pengukuran, hubungan antarvariabel, pemodelan, representasi data, dan prediksi. Sementara itu, Biologi lebih banyak menekankan observasi, klasifikasi, eksperimen biologis, variasi organisme, interpretasi data, serta pemahaman sistem kehidupan.

Tidak terdapat dasar yang cukup untuk menyatakan bahwa satu bentuk inquiry secara umum lebih baik untuk semua kondisi. Tingkat bimbingan perlu disesuaikan dengan kemampuan awal peserta didik, kompleksitas materi, tujuan pembelajaran, dan tuntutan investigasi. Guided inquiry menjadi penting sebagai bentuk scaffolding, sedangkan open inquiry dapat digunakan secara bertahap ketika peserta didik telah memiliki kompetensi investigasi yang memadai.

Dengan demikian, kontribusi utama pendekatan inquiry bukan terletak pada penggunaan prosedur tertentu secara seragam, melainkan pada kemampuan guru merancang pengalaman belajar yang memungkinkan peserta didik mengembangkan pertanyaan, memperoleh bukti, menggunakan bukti untuk membangun penjelasan, serta merefleksikan proses ilmiah. Prinsip tersebut dapat diterapkan pada Fisika maupun Biologi, tetapi bentuk konkretnya harus mempertimbangkan karakteristik epistemik dari masing-masing bidang.

6. REFERENCES / DAFTAR PUSTAKA

- Aktamış, H., Hiğde, E., & Özden, B. (2016). Effects of the inquiry-based learning method on students' achievement, science process skills and attitudes towards science: A meta-analysis. *Journal of Turkish Science Education*, 13(4), 248-261. <https://doi.org/10.36681/>
- Annisa, R., Winarno, N., Rochintaniawati, D., Rahman, T., & Paltep, J. M. (2026). Towards a typology of inquiry-based learning syntax in science education: A systematic literature review (2016-2025). *Jurnal Pendidikan MIPA*, 27(1), 152-174. <https://doi.org/10.23960/jpmipa.v27i1.pp152-174>
- Arifin, Z., Sukarmin, Saputro, S., & Kamari, A. (2025). The effect of inquiry-based learning on students' critical thinking skills in science education: A systematic review and meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(3), em2592. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15988>

- Chengere, A. M., Bono, B. D., Zinabu, S. A., & Jilo, K. W. (2025). Enhancing secondary school students' science process skills through guided inquiry-based laboratory activities in biology. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0320692>
- Dah, N. M., Mat Noor, M. S. A., Kamarudin, M. Z., & Syed Abdul Azziz, S. S. (2024). The impacts of open inquiry on students' learning in science: A systematic literature review. *Educational Research Review*, 43, 100601. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100601>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Kopbayeva, M., Uspabayeva, A., & Atici, T. (2026). The effect of inquiry-based learning compared with traditional instruction on the learning outcomes of pre-service biology teachers: A systematic review. *Frontiers in Education*, 11, 1854373. <https://doi.org/10.3389/educ.2026.1854373>
- Kremer, K., Specht, C., Urhahne, D., & Mayer, J. (2014). The relationship in biology between the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Biological Education*, 48(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.788541>
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Nopiya, N., Hindriana, A. F., & Sulistyono, S. (2020). Students' science process skills and interpersonal intelligence in biology learning using guided inquiry. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(1), 123-134. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i1.10634>
- Novitra, F., Al Farisi, S., & Angreni, S. (2024). Inquiry-based learning in a digital environment for 21st-century skills in physics course: A review of recent research. *Pillar of Physics Education*, 17(2), 73-84. <https://doi.org/10.24036/16176171074>
- Ogegbo, A., Enero Upahi, J., Ramnarain, U., & Wu, H.-K. (2025). A systematic review on assessment in inquiry-based science education. *International Journal of Research in STEM Education*, 7(1), 71-91. <https://doi.org/10.33830/ijrse.v7i1.1744>
- Öztürk, B., Kaya, M., & Demir, M. (2022). Does inquiry-based learning model improve learning outcomes? A second-order meta-analysis. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 201-216. <https://doi.org/10.33902/JPR.202217481>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Rahayu, M., Asyhari, A., & Anjani, A. V. (2022). Scaffolding in guided inquiry learning with Google Classroom: Effect on physics conceptual understanding. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(2), 174-184. <https://doi.org/10.21831/jipi.v8i2.48365>
- Sinta, A. D., & Agustina, P. (2024). Science process skills and biology learning outcomes of high school students through the application of the guided inquiry learning model. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan*, 9(1), 45-53. <https://doi.org/10.33503/ebio.v9i01.236>
- Strata, T. T. S., Henriksen, E. K., & Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based science education in science teacher education: A systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 191-249. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207148>
- Thacker, B. (2023). Inquiry-based experimental physics: Twenty years of an evidence-based, laboratory-based physics course for algebra-based physics students. *Physical Review Physics Education Research*, 19, 020116. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020116>
- Urdanivia Alarcon, D. A., Talavera-Mendoza, F., Rucano Paucar, F. H., Cayani Caceres, K. S., & Machaca Viza, R. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8, 1170487. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1170487>
- Winarti, W., & Sari, M. P. (2020). Escalation in students' science process skills on chapter wave vibration and sound through guided inquiry learning model. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 5(2), 70-79. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v5i2.8613>