

# Implementasi Inkuiri berbasis Digital dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Berpikir Kritis: *Systematic Literature Review* pada Pendidikan Dasar dan Menengah

Libna Sahlatul Mufidah<sup>1\*</sup>, Laifa Rahmawati<sup>2</sup>, Imroatun Nadifah<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

---

## INFO ARTIKEL

### *Riwayat Artikel:*

Diterima: 21-04-2026

Disetujui: 30-04-2026

Diterbitkan: 30-04-2026

---

### *Kata kunci:*

Inkuiri berbasis digital

Pembelajaran IPA

Berpikir kritis

*Systematic Literature Review*

Pendidikan Dasar dan Menengah

---

## ABSTRAK

**Abstract:** Critical thinking skills are very important skills in the 21st century, especially in science learning. However, previous research on digital-based inquiry learning is still fragmentary and has not provided a comprehensive synthesis across educational levels. This study aims to analyze the implementation of digital-based inquiry models in science learning to improve students' critical thinking skills. This study uses the Systematic Literature Review method with the PRISMA framework to identify and select relevant studies, which is then followed by a qualitative synthesis of 20 articles published between 2016 and 2025. The data analysis in this study uses a thematic analysis approach to 20 articles through the stages of data extraction, open coding, axial coding, and selective coding to identify and group the findings. The results showed that the implementation of digital-based inquiry learning varied at every level of education, ranging from Augmented Reality-assisted guided inquiry at the elementary school level to open inquiry through virtual labs and Virtual Reality at the secondary school level. Overall, digital-based inquiry learning has proven to be effective in improving critical thinking skills through student involvement in systematic processes such as problem orientation, investigation, analysis, and reflection. This research contributes in the form of a comprehensive mapping of implementation patterns and identifies key factors that affect the effectiveness of digital-based inquiry learning in science learning.

**Abstrak:** Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan yang sangat penting di abad ke-21, khususnya dalam pembelajaran IPA. Namun, penelitian sebelumnya mengenai pembelajaran inkuiri berbasis digital masih bersifat terpisah-pisah dan belum memberikan sintesis yang komprehensif lintas jenjang pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi model inkuiri berbasis digital dalam pembelajaran IPA guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review dengan kerangka PRISMA untuk mengidentifikasi dan menyeleksi studi yang relevan, yang kemudian dilanjutkan dengan sintesis kualitatif terhadap 20 artikel yang dipublikasikan antara tahun 2016 hingga 2025. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan thematic analysis terhadap 20 artikel melalui tahap ekstraksi data, open coding, axial coding, dan selective coding untuk mengidentifikasi serta mengelompokkan temuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran inkuiri berbasis digital bervariasi pada setiap jenjang pendidikan, mulai dari inkuiri terbimbing berbantuan Augmented Reality di tingkat sekolah dasar hingga inkuiri terbuka melalui laboratorium virtual dan Virtual Reality di tingkat sekolah menengah. Secara keseluruhan, pembelajaran inkuiri berbasis digital terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis melalui keterlibatan siswa dalam proses sistematis seperti orientasi masalah, investigasi, analisis, dan refleksi. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa pemetaan komprehensif pola implementasi serta mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang memengaruhi efektivitas pembelajaran inkuiri berbasis digital dalam pembelajaran IPA.

---

### *Alamat Korespondensi:*

Libna Sahlatul Mufidah

Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Email: [libnasahlatul.2024@student.uny.ac.id](mailto:libnasahlatul.2024@student.uny.ac.id)

---

## PENDAHULUAN

Keterampilan abad ke-21 dijadikan sebagai acuan kompetensi dasar yang wajib dimiliki oleh siswa untuk meraih kesuksesan dalam karier maupun kehidupan masa depan (Nurul & Oku, 2018). Keterampilan Abad ke-21 yang harus dimiliki yaitu keterampilan “4C” yang terdiri dari berpikir kritis dan pemecahan masalah, kreativitas dan inovasi, komunikasi, dan kolaborasi untuk bersaing dalam masyarakat global (Ardiansyah et al., 2022). Berpikir kritis menjadi suatu proses berpikir reflektif yang berfokus pada proses mengambil keputusan terhadap tindakan atau keyakinan, serta keterampilan dalam memeriksa asumsi, mengenali nilai tersirat, mengevaluasi bukti, dan menilai kesimpulan. Berpikir kritis melibatkan kemampuan menganalisis argumen, mengidentifikasi bias, mengevaluasi bukti, dan menarik kesimpulan yang beralasan (Saputra, 2020). Kemampuan berpikir kritis penting terutama bagi siswa IPA, karena berpengaruh terhadap pemahaman sistem yang rumit dan pengambilan keputusan berdasarkan data.

Keterampilan berpikir kritis telah dimasukkan dalam pembelajaran sekolah sejak diterapkannya Kurikulum 2013 di Indonesia, sebagaimana tercantum dalam capaian pembelajaran yang harus dimiliki siswa. Namun, pada praktiknya di lapangan, keterampilan berpikir kritis siswa masih rendah. Metode pengajaran tradisional sering kali gagal dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Sapriati et al., 2024). Pembelajaran sains di sekolah sebaiknya diimplementasikan secara terintegrasi dengan memberikan pengalaman langsung agar bisa membentuk pengetahuan mereka (Pursitasari et al., 2020). Pembelajaran di sekolah harus mampu memberikan pengalaman dan kesempatan yang mendorong pengembangan keterampilan tersebut (Novitra et al., 2021). Guru sebagai ujung tombak pendidikan memiliki peran penting dalam melatih kemampuan berpikir kritis (Fuad et al., 2017). Oleh karena itu, perlu adanya strategi yang dapat melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

Strategi dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis adalah dengan menerapkan model pembelajaran yang tepat sesuai dengan capaian pembelajaran. Penggunaan model pembelajaran dapat mengoptimalkan pengembangan kompetensi siswa karena mencakup semua aspek pembelajaran yang saling konsisten, seperti metode, materi ajar, media, dan penilaian (Novitra et al., 2021). Salah satu model yang dapat digunakan pada pembelajaran abad ke-21 adalah model pembelajaran inkuiri.

Model pembelajaran inkuiri menggeser pemahaman pendidikan tradisional ke arah yang lebih modern. Penerapan model pembelajaran inkuiri akan memberikan peluang bagi siswa untuk mempelajari suatu proses dan menemukan suatu konsep (Spector & Ma, 2019). Model inkuiri terbukti mampu membangun keterampilan berpikir HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) karena menekankan suatu konstruksi pengetahuan melalui pengalaman dan penyelidikan untuk mengaktifkan kemampuan berpikir (Sari et al., 2021). Selain itu, model pembelajaran inkuiri terbukti sangat baik untuk meningkatkan prestasi belajar dan keterampilan proses sains, karena dapat membantu siswa untuk menemukan informasi baru serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Duran & Dökme, 2016). Lingkungan pembelajaran berbasis inkuiri bersifat interaktif dan siswa menjadi pusat pembelajaran.

Pembelajaran IPA sebaiknya lebih menekankan keterlibatan aktif siswa melalui pendekatan inkuiri. Beberapa penelitian membuktikan bahwa model inkuiri lebih baik untuk melatih kemampuan berpikir kritis, karena memungkinkan siswa untuk merumuskan pertanyaan, mencari jawaban, serta terlibat dalam kegiatan *minds-on* dan *hands-on* (Fuad et al., 2017). Pembelajaran berbasis inkuiri meningkatkan kesadaran siswa terhadap aspek-aspek berpikir kritis karena melibatkan proses evaluasi data, analisis, diskusi, dan pembuatan argument secara berkelompok (Kousloglou et al., 2023). Pembelajaran inkuiri secara langsung mampu meningkatkan berpikir kritis dengan mendorong siswa untuk belajar mempertanyakan, menggali informasi, menyusun hipotesis, melakukan uji terhadap pendapat yang dilakukan secara menyeluruh. Aktivitas tersebut menjadi ciri khas dari proses berpikir kritis (Nahar & Machado, 2025). Pembelajaran inkuiri menjadikan siswa lebih aktif dan lebih mandiri dalam menemukan konsep.

Pembelajaran inkuiri dibedakan dalam tiga jenis yaitu inkuiri terstruktur, inkuiri terbimbing, dan inkuiri terbuka. Implementasi dari struktur inkuiri yaitu siswa melakukan investigasi langsung dan

mengembangkan keterampilan dasar seperti observasi, merumuskan hipotesis, mengumpulkan dan mengorganisasi data, serta menarik kesimpulan. Inkuiri terbimbing memberikan pengalaman pada siswa melalui pertanyaan penelitian dari guru, sementara siswa merancang eksperimen sendiri. Inkuiri terbimbing dianggap sebagai tahap peralihan menuju inkuiri terbuka yang memberikan kebebasan pada siswa untuk menentukan pertanyaan penelitian, merancang eksperimen, dan menarik kesimpulan (Abaniel, 2021). Penerapan ketiga jenis pembelajaran inkuiri disesuaikan dengan karakteristik materi dan karakteristik siswa agar mampu memberikan hasil belajar yang optimal.

Seiring dengan perkembangan teknologi digital, pelaksanaan pembelajaran inkuiri mengalami transformasi dari yang semula berbasis laboratorium fisik menjadi berbasis digital (Ahzari & Akmam, 2025). Penggunaan platform digital, seperti *e-book* interaktif, simulasi virtual, dan *learning management system* (LMS), memungkinkan siswa untuk tetap melakukan proses inkuiri secara fleksibel dan kontekstual. Transformasi ini tidak hanya sebatas memperluas akses sumber belajar, tetapi juga meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui visualisasi konsep yang lebih menarik dan interaktif. Sánchez & Orduña (2024), menyatakan bahwa integrasi teknologi digital dalam pembelajaran inkuiri menjadi strategi yang sesuai dalam membentuk keterampilan berpikir kritis di era modern.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengkaji efektivitas model pembelajaran inkuiri dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, serta penelitian lain yang membahas pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran IPA (Duran & Döke, 2016). Namun, kajian-kajian tersebut umumnya masih dilakukan secara terpisah dan belum mengintegrasikan kedua aspek tersebut secara komprehensif. Selain itu, masih sedikit penelitian yang secara sistematis menganalisis implementasi model inkuiri berbasis digital pada berbagai jenjang pendidikan serta pola penerapannya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan untuk melengkapi kekosongan tersebut melalui kajian *Systematic Literature Review* guna memetakan implementasi, karakteristik, dan efektivitas model pembelajaran inkuiri berbasis digital dalam pembelajaran IPA pada pendidikan dasar hingga menengah.

## METODE

Penelitian didesain menggunakan metode studi literatur yang mengacu pada beberapa artikel yang memiliki rumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan penelitian yang sama dengan penelitian yang sedang dilakukan. Jenis penelitian literatur yang diterapkan adalah SLR (*Systematic Literature Review*) atau yang dikenal dengan istilah tinjauan pustaka. Tujuan dari tinjauan literatur adalah untuk memberikan gambaran umum tentang karya penelitian yang diterbitkan mengenai topik tertentu selama periode waktu tertentu (Zhang & Yao, 2025). Prosedur penelitian SLR memiliki tiga tahapan yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan.

### Perencanaan (*planning*)

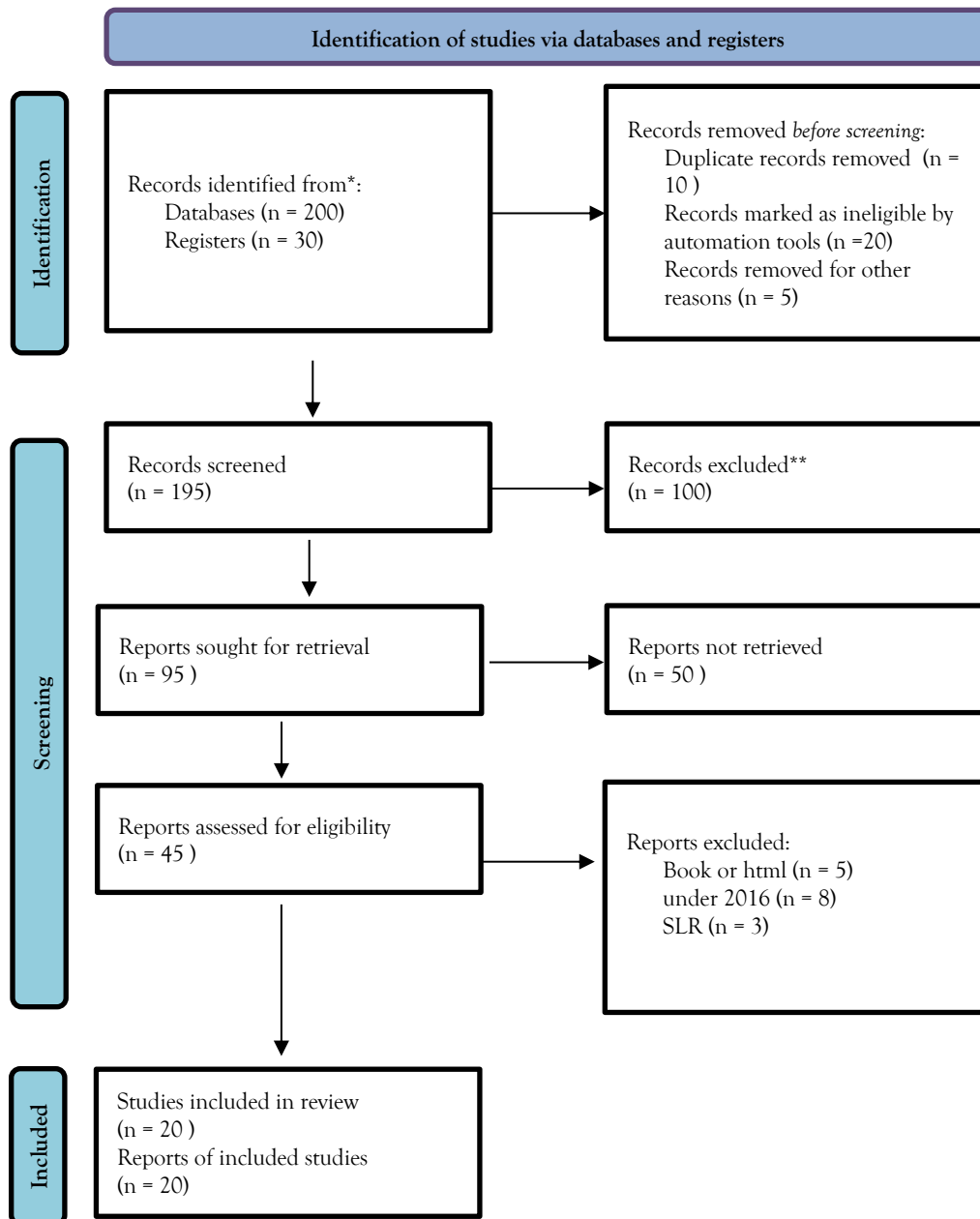
Peneliti menentukan tujuan dan menyusun *Research Question* yang akan dikaji. Berikut *research question* dari penelitian ini.

RQ 1. Apa saja bentuk jenis model pembelajaran inkuiri berbasis digital dalam pembelajaran IPA di berbagai jenjang berdasarkan literatur yang diperoleh.

RQ 2. Pengaruh model pembelajaran inkuiri berbasis digital terhadap keterampilan berpikir kritis berdasarkan literatur yang diperoleh.

### Pelaksanaan (*Conducting*)

Proses seleksi dilakukan dengan pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyse*) dengan mengacu pada kriteria inklusi dan eksklusi. Bagan metode PRISMA terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram PRISMA

Proses penyaringan dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah identifikasi artikel yang diperoleh dari berbagai database yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan penghapusan duplikasi untuk memastikan tidak ada artikel yang sama. Tahap berikutnya adalah proses penyaringan (*screening*) berdasarkan judul dan abstrak guna menilai relevansi dengan topik SLR. Artikel yang lolos tahap ini kemudian melalui penilaian kelayakan berdasarkan teks lengkap (*full-text review*) untuk memastikan relevansi dan kesesuaian dengan kriteria yang telah ditetapkan. Tahap akhir adalah penentuan artikel yang akan dianalisis, yaitu artikel yang masuk dalam seluruh kriteria inklusi. Keyword yang digunakan “(*inquiry-based learning*” OR “*guided inquiry*” OR “*open inquiry*”) AND (“*digital learning*” OR “*e-learning*” OR “*virtual laboratory*” OR “*augmented reality*” OR “*virtual reality*”) AND (“*critical thinking*”) AND (“*science education*”)”. Pencarian literatur pada aplikasi *publish or perish* dan melalui *database google scholar, springer, scopus, elsevier*, dan ERIC. Jurnal yang telah terkumpul akan diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi dan eksklusi terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

| Kriteria Inklusi   | Kriteria Eksklusi  |
|--|--|
| Artikel di bidang ilmu pendidikan Sains (Fisika, Kimia, Biologi) | Pustaka yang diterbitkan dalam buku, blog, situs web dan lainnya                                     |
| Pustaka berupa jurnal terindeks Q1-Q3                            | Artikel yang tidak terindeks atau berasal dari jurnal non-bereputasi                                 |
| Pustaka berbahasa Indonesia dan Inggris                          | Artikel selain bahasa Indonesia dan Inggris  |
| Pustaka yang diterbitkan tahun 2016-2025                         | Pustaka diterbitkan kurang dari 2016   |
| Variabel penelitian pembelajaran inkuiri dan berpikir kritis     | Artikel yang tidak relevan dengan topik inkuiri berbasis digital atau tidak membahas berpikir kritis |
| Artikel penelitian asli ( <i>original research</i> )             | Artikel berupa <i>literature review</i>  |

Hasil pencarian awal diperoleh sebanyak 230 artikel. Setelah menghapus duplikasi, tersisa 195 artikel. Selanjutnya dilakukan *screening* pada judul dan abstrak sehingga diperoleh 45 artikel. Setelah dilakukan penilaian kelayakan berdasarkan teks lengkap dan kriteria inklusi-eksklusi, diperoleh 20 artikel yang dianalisis lebih lanjut.

#### Pelaporan (*Reporting*)

Tahap terakhir yaitu membaca dan menganalisis isi dari artikel yang telah diperoleh. Data dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan mengelompokkan temuan berdasarkan tema-tema yang relevan dengan pertanyaan penelitian. Hasil analisis akan dijabarkan pada pembahasan.

#### Analisis Data

Hasil artikel yang diperoleh akan dianalisis dengan pendekatan *thematic analysis* dan terdapat 20 artikel yang telah memenuhi kriteria inklusi. Tahap awal dilakukan dengan mengekstraksi data berupa tujuan penelitian, bentuk implementasi model pembelajaran inkuiri, penggunaan teknologi, serta hasil terkait kemampuan berpikir kritis, yang kemudian disusun dalam matriks. Selanjutnya dilakukan *open coding* untuk mengetahui konsep serta temuan utama dari setiap artikel. Tahap berikutnya meliputi *axial coding* untuk mengumpulkan kode pada kategori yang saling berkaitan, kemudian *selective coding* untuk menyusun kategori menjadi tema-tema utama. Hasil analisis menghasilkan lima tema besar, yaitu variasi implementasi model inkuiri, integrasi teknologi digital, dampak terhadap kemampuan berpikir kritis, faktor pendukung dan tantangan. Proses ini diakhiri dengan interpretasi untuk menemukan pola dan menjawab pertanyaan penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Hasil Penelitian

Publikasi penelitian terindeks scopus Q1 hingga Q3 yang membahas tentang model pembelajaran inkuiri dan berpikir kritis ada 20 artikel yang relevan yang akan dianalisis berdasarkan implementasinya dalam meningkatkan berpikir kritis. Berikut ini merupakan distribusi publikasi artikel dalam kajian literatur sistematis ini yang sesuai dengan kriteria, berdasarkan rentang tahun 2016 hingga 2025, yang ditampilkan pada Gambar 2.



| No. | Judul   | Indeks | KI<br>1 | KI<br>2 | KI<br>3 | KI<br>4 | KI<br>5 | KI<br>6 | Kriteria |
|-----|---|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 9.  | A reflective study on adopting inquiry-based science teaching methods   | Q1     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 10. | Do inquiry-based teaching and school climate influence science achievement and critical thinking? Evidence from PISA 2015                   | Q1     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 11. | Implementation of an Inquiry Learning Model with Science Literacy to Improve Student Critical Thinking Skills                               | Q3     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 12. | Critical thinking in primary science through a guided inquiry pedagogy: A semiotic perspective  | Q1     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 13. | Talking science: Argument-based inquiry, teachers' talk moves, and students' critical thinking in the classroom                             | Q1     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 14. | Increasing students critical thinking skills and learning motivation using inquiry mind map   | Q1     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 15. | Enhanced conceptual understanding, 21st century skills and learning attitudes through an open inquiry learning model in Physics             | Q2     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 16. | Development of Online-Based Inquiry Learning Model to Improve 21st-Century Skills of Physics Students in Senior High School                 | Q2     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 17. | Enhancement of student critical thinking skill through science context-based inquiry learning   | Q2     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 18. | Integrating augmented reality into inquiry-based learning approach in primary science classrooms  | Q1     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 19. | The Impact Of Inquiry-Based Learning On Students' Critical Thinking In Biology Education Programs Within Open And Distance Learning Systems | Q2     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |
| 20. | Assessing students' awareness of 4cs skills after mobile-technology-supported inquiry-based learning  | Q1     | √       | √       | √       | √       | √       | √       | Layak    |

Implementasi pembelajaran inkuiri digital dalam pembelajaran IPA disajikan pada Tabel 3. Sedangkan pengaruh pembelajaran inkuiri digital terhadap kemampuan berpikir kritis ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 3. Implementasi Inkuiri dalam Pembelajaran IPA**

| Jenis Inkuiri           | Teknologi   | Jenjang     | Subjek  | Referensi                     |
|-------------------------|---|-------------|---------|-------------------------------|
| Inkuiri terbuka         | <i>Mobile technology / mIBL, Artificial Intelligence, dan Virtual Reality</i> | SMA         | Fisika  | Abaniel (2021)                |
|                         |   | SMA         | Sains   | Spector & Ma (2019)           |
|                         |   | SMA         | Fisika  | Tsivitanidou et al (2025)     |
|                         |   | SMA         | Fisika  | Novitra (2021)                |
|                         |   | SMA         | Biologi | Sapriati (2024)               |
|                         |   | SMP         | IPA     | Kousloglou et al (2023)       |
|                         |   | SMP dan SMA | IPA     | Nahar & Machado (2025)        |
|                         |   | SMA         | Sains   | Aidoo (2024)                  |
| Inkuiri terbimbing      | <i>Mobile learning dan Augmented Reality</i>                                  | SD          | Sains   | Kirk et al (2022)             |
|                         |   | SMA         | Biologi | Faria & Lobato Miranda (2024) |
|                         |   | SD          | Sains   | Wen et al (2023)              |
|                         |   | SMP         | Sains   | Duran & Dökme (2016)          |
|                         |   | SMA         | Kimia   | Sutiani (2021)                |
|                         |   | SMP         | Sains   | Soysal (2021)                 |
|                         |   | SMP dan SMA | Sains   | Sari et al (2021)             |
| Inkuiri terdiferensiasi | <i>Mobile learning</i>  | SMP         | IPA     | Fuad et al (2017)             |
| Inkuiri Filosofis       | <i>Mobile learning</i>  | SD          | Sains   | Worley & Worley (2019)        |
| Inkuiri berkonteks      | <i>Mobile learning</i>  | SMP         | IPA     | Puspitasari et al (2020)      |
|                         |   | SMA         | Sains   | Wale & Bishaw (2020)          |

**Tabel 4. Pengaruh Inkuiri Digital terhadap Berpikir Kritis**

| Teknologi                | Pengaruh terhadap Berpikir Kritis   | Referensi                     |
|--------------------------|---|-------------------------------|
| <i>Augmented Reality</i> | Penerapan inovasi AR dalam inkuiri terbimbing dapat membantu siswa meningkatkan hasil belajar siswa yaitu berpikir kritis   | Faria & Lobato Miranda (2024) |
|                          | Penggunaan AR dalam pembelajaran inkuiri berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis  | Wen et al (2023)              |
| <i>Virtual Reality</i>   | Terdapat perubahan yang signifikan antara profil sikap siswa dengan pengalaman belajar khususnya berpikir kritis pada pembelajaran inkuiri dengan berbantuan VR       | Tsivitanidou et al (2025)     |
| <i>Mobile Learning</i>   | Pengembangan model pembelajaran inkuiri secara daring yang valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan keterampilan (4C) salah satunya berpikir kritis.             | Abaniel (2021)                |
|                          | Inkuiri terbuka dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa dan keterampilan 4C siswa   | Novitra (2021)                |
|                          | Pembelajaran berbasis penyelidikan IBL terbukti dapat membuat keterampilan berpikir kritis meningkat dalam pembelajaran biologi melalui sistem terbuka dan jarak jauh | Sapriati (2024)               |
|                          | Terdapat perubahan kesadaran terhadap keterampilan 4C. penggunaan TLS sangat berpengaruh terhadap keterampilan komunikasi dan kolaborasi.                             | Kousloglou et al (2023)       |
|                          | Inkuiri terbimbing kolaboratif multimoda yang didukung pembelajaran pedagogi dapat mendukung keterampilan berpikir kritis dalam sains.                                | Kirk et al (2022)             |

| Teknologi               | Pengaruh terhadap Berpikir Kritis  | Referensi           |
|-------------------------|--|---------------------|
| Artificial Intelligence | AI dapat mendukung kegiatan pembelajaran dengan inkuiri dan dapat membantu proses berpikir kritis, meskipun AI belum sepenuhnya optimal. | Spector & Ma (2019) |

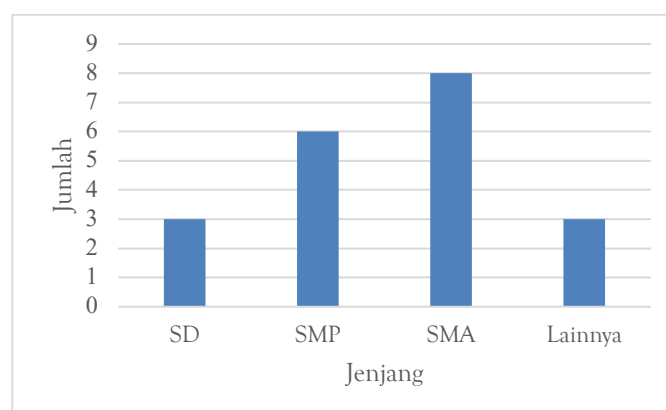
### Hasil Sintesis Tematik

Hasil sintesis tematik berdasarkan artikel yang telah dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sintesis Tematik

| Tema                              | Temuan Utama  | Implikasi  |
|-----------------------------------|---|--|
| Variasi Inkuiri                   | Terbimbing dan filosofis (SD), kombinasi terbimbing, berbasis konteks, inkuiri terdiferensiasi (SMP), terbuka (SMA) | Disesuaikan perkembangan kognitif                |
| Teknologi Digital Berpikir Kritis | AR, VR, mobile learning, AI Indikator berpikir kritis seperti analisis dan evaluasi meningkat                       | Meningkatkan interaktivitas Efektif melatih HOTS |
| Tantangan                         | Fasilitas, kesiapan guru  | Perlu dukungan sistem                            |

Hasil sintesis menunjukkan bahwa model pembelajaran inkuiri diterapkan dalam berbagai bentuk, yaitu inkuiri terbimbing, inkuiri terbuka, inkuiri filosofis, inkuiri terdiferensiasi dan inkuiri berbasis konteks. Pada jenjang pendidikan dasar, implementasi cenderung menggunakan inkuiri terbimbing dengan dukungan teknologi seperti Augmented Reality (AR) dan *mobile learning* (Wen et al., 2023; Kirk et al., 2022). Pada jenjang SMP lebih bervariasi dalam menggunakan jenis inkuiri seperti terbimbing, terbuka, terdiferensiasi, dan berkontek (Puspitasari et al., 2020; Soysal, 2021; Gómez & Suárez, 2020). Teknologi yang paling dominan yang digunakan pada jenjang SMP yaitu *mobile learning* (Kousloglou et al., 2023). Pada jenjang menengah atas (SMA) lebih banyak menggunakan inkuiri terbuka yang memberikan kebebasan kepada siswa dalam merancang eksperimen dan penggunaan teknologinya juga bervariasi ada VR, AI, dan *mobile learning* (Spector & Ma, 2019; Novitra, 2021; Tsivitanidou et al., 2025). Pemilihan jenis inkuiri menyesuaikan tingkat perkembangan kognitif siswa sehingga pembelajaran berlangsung secara bertahap dari terstruktur menuju mandiri. Jumlah sebaran implementasi pembelajaran inkuiri berbasis digital dalam pembelajaran IPA diberbagai jenjang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Jumlah Sebaran Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Berdasarkan Jenjang Pendidikan

Berdasarkan grafik, implementasi pembelajaran inkuiri paling banyak dilakukan di jenjang SMA. Siswa SMA memiliki kemampuan berpikir abstrak yang memungkinkan mereka melakukan proses pembelajaran inkuiri secara mandiri, seperti merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, dan menganalisis data (Gómez & Suárez, 2020; Spector & Ma, 2019). Selain itu, kompleksitas materi IPA

di tingkat SMA menuntut pendekatan pembelajaran yang lebih eksploratif dan investigatif (Abaniel, 2021). Oleh karena itu, jenjang SMA cenderung lebih optimal dalam menerapkan pembelajaran inkuiri dibandingkan dengan jenjang lain seperti SD maupun SMP.

Penggunaan simulasi teknologi digital berupa *Augmented Reality* (AR), *Virtual Reality* (VR), *mobile learning*, dan pembelajaran daring berperan penting dalam mendukung implementasi inkuiri. Teknologi membantu memvisualisasikan konsep abstrak, meningkatkan interaktivitas, serta mengatasi keterbatasan fasilitas dan waktu pembelajaran (Faria & Lobato Miranda, 2024; Zhang & Yao, 2025). Namun, efektivitasnya tergantung kesiapan guru dan tersedianya infrastruktur, sehingga teknologi perlu didukung oleh kompetensi pedagogik yang memadai (Kousloglou et al., 2023). Model pembelajaran inkuiri secara efektif mampu meningkatkan berpikir kritis siswa pada berbagai indikator, seperti analisis, interpretasi, evaluasi, inferensi, dan regulasi diri (Duran & Dökme, 2016; Fuad et al., 2017; Pursitasari et al., 2020). Peningkatan ini semakin optimal ketika dikombinasikan dengan strategi lain seperti *mind mapping*, *argument-based inquiry*, dan pendekatan metakognitif (Kousloglou et al., 2023). Pemanfaatan teknologi digital dapat menjadi sarana efektif dalam mendukung pembelajaran inkuiri apabila didukung oleh kesiapan guru, kompetensi pedagogik, serta ketersediaan infrastruktur yang memadai.

### **Implementasi model pembelajaran inkuiri berbasis digital dalam pembelajaran IPA di berbagai jenjang pendidikan**

Penerapan pembelajaran dengan berbasis inkuiri disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran, baik dari segi karakteristik siswa, karakteristik konten materi, dan jenjang pendidikan (I Made Tri Pramana Putra, 2022). Beberapa studi mengembangkan model pembelajaran inkuiri dengan mengkominasikan berbagai strategi pembelajaran seperti *mind mapping*, *argument based inquiry* (ABI), pembelajaran kontekstual, dan inkuiri filosofis (Worley & Worley, 2019; Wale & Bishaw, 2020). Model pembelajaran inkuiri digunakan mulai dari berbagai jenjang SD, SMP, dan SMA. Penerapan dalam pembelajaran di kelas juga disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan siswa. Hasil pemetaan jumlah sebaran implementasi model pembelajaran inkuiri dalam pembelajaran IPA, 50% dari artikel yang dihasilkan model pembelajaran inkuiri diimplementasikan pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA). Jenjang Sekolah Dasar (SD) masih sangat sedikit mengimplementasikan pembelajaran inkuiri dalam pembelajaran IPA. Siswa SD masih banyak membutuhkan bimbingan sehingga penggunaan pembelajaran inkuiri dalam pembelajaran IPA masih belum banyak diterapkan (Sutiani, 2021). Hasil temuan penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran inkuiri lebih banyak diaplikasikan pada jenjang SMA, karena karakteristik peserta didik pada tingkat ini dinilai lebih siap dalam berpikir abstrak, menganalisis masalah, serta melaksanakan tahapan penyelidikan secara mandiri dan sistematis.

Pada jenjang SD jenis penggunaan inkuiri yang dilaksanakan berupa inkuiri terbimbing (Worley & Worley, 2019). Pembelajaran inkuiri terbimbing memungkinkan siswa mengeksplorasi secara mandiri dengan bantuan guru. Inkuiri terbimbing memiliki lima tahapan yaitu orientasi, eksplorasi, eksplanasi, elaborasi, dan evaluasi (Wen et al., 2023). Guru bertindak sebagai fasilitator yang mengarahkan siswa untuk mengajukan pertanyaan, menyediakan perlengkapan pembelajaran, dan melakukan refleksi (Kirk et al., 2023). Penerapan pembelajaran inkuiri pada jenjang SD melatih kegiatan eksperimen berbasis kelas dengan menggunakan beberapa stimulus seperti video, buku bergambar, teks pendek dan eksperimen pemikiran. Selain itu, penerapan pembelajaran berbasis inkuiri pada jenjang SD juga sudah mengintegrasikan teknologi salah satunya penggunaan *augmented reality* (AR) yang dapat memberikan visualisasi materi serta kegiatan pembelajaran lebih interaktif (Faria & Lobato Miranda, 2024). Implementasi pembelajaran inkuiri dalam pembelajaran pada jenjang SD masih menemui banyak tantangan seperti keterbatasan waktu, sikap aktif siswa yang membutuhkan pendekatan yang berbeda-beda, dan guru perlu dilatih dalam membaca dan merespon siswa secara reflektif (Kirk et al., 2022). Pembelajaran inkuiri pada jenjang SD di dominasi inkuiri terbimbing yang sesuai dengan karakteristik siswa dan keberhasilan tergantung pada peran guru, media, teknologi, dan pengelolaan pembelajaran.

Desain pembelajaran inkuiri pada jenjang SMA menerapkan jenis inkuiri terbuka dan terstruktur. Model pembelajaran inkuiri terbuka menekankan aktivitas siswa dalam menyelidiki fenomena secara mandiri dan bersifat kolaboratif (Gómez & Suárez, 2020). Pembelajaran inkuiri pada jenjang SMA juga memungkinkan diimplementasikan dalam pembelajaran daring dengan menyelidiki fenomena secara mandiri maupun kolaboratif melalui sebuah platform seperti praktikum virtual (Abaniel, 2021). Pembelajaran inkuiri juga diintegrasikan dengan penggunaan AR yang bertujuan agar siswa dapat merancang eksperimen virtual (Faria & Lobato Miranda, 2024). Selain penggunaan AR, implementasi pembelajaran inkuiri juga menggunakan VR agar siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih mendalam dan interaktif (Zhang & Yao, 2025). Tantangan penerapan pembelajaran inkuiri di jenjang SMA adalah masih minimnya sosialisasi dan pelatihan pada guru, kurangnya sumber daya serta fasilitas yang mendukung kegiatan inkuiri (Nahar & Machado, 2025). Oleh karena itu, perlu dilakukan pelatihan berkelanjutan dalam mengembangkan pembelajaran berbasis inkuiri.

Pembelajaran berbasis inkuiri di tingkat SMP mengarah pada pengembangan keterampilan 4C (komunikasi, kolaborasi, kritis, kreativitas) (Kousloglou et al., 2023). Media pembelajaran yang digunakan berupa bahan praktikum sederhana sesuai topik pembelajaran. Siswa juga diberikan lembar kerja yang berisi pedoman dan langkah praktikum (Soysal, 2021). Selain itu, pembelajaran inkuiri di tingkat SMP juga didukung media visual seperti video, gambar, dan simulasi (Puspitasari et al., 2020). Jenis inkuiri yang paling umum digunakan di tingkat SMP adalah inkuiri terbimbing dan inkuiri berkonteks yang sesuai dengan kemampuan kognitif siswa (Nahar & Machado, 2025). Pembelajaran inkuiri di tingkat SMP dapat didukung dengan menggunakan teknologi seperti inkuiri berbasis teknologi seluler (mIBL) (Kousloglou et al., 2023). Pembelajaran diawali dengan guru memilih tema permasalahan. Kemudian siswa menyiapkan perangkat seluler yang sudah dilengkapi dengan aplikasi untuk melakukan eksperimen dan tahapan inkuiri dimulai. Tahap inkuiri diawali dengan mengajukan pertanyaan, merancang eksperimen, mengumpulkan data, analisis, kesimpulan, refleksi dan evaluasi (Kousloglou et al., 2023). Tantangan dari pembelajaran berbasis inkuiri pada jenjang SMP adalah siswa kesulitan dalam mengikuti proses inkuiri yang menuntut kemampuan untuk aktif dan mandiri. Selain itu, pembelajaran inkuiri membutuhkan waktu yang lama, infrastruktur dan akses teknologi harus memadai, serta guru harus memahami secara mendalam terkait konsep inkuiri (Sari et al., 2021). Implementasi pembelajaran inkuiri pada jenjang SMP dapat diintegrasikan dengan teknologi, tetapi perlu adanya kesipian guru, waktu, dan sarana yang memadai.

Sebagian besar penelitian menyebutkan jika model pembelajaran inkuiri efektif diterapkan di berbagai jenjang pendidikan. Akan tetapi, terdapat perbedaan hasil yang disebabkan oleh konteks implementasi (Nahar & Machado, 2025). Pada jenjang SD, keberhasilan inkuiri sangat bergantung pada peran guru dalam memberikan *scaffolding*, sedangkan pada jenjang menengah dan atas, keberhasilan lebih dipengaruhi oleh tingkat kemandirian siswa dan kompleksitas tugas yang diberikan (Wen et al., 2023). Selain itu, perbedaan hasil antar penelitian juga dapat disebabkan oleh variasi integrasi teknologi, seperti penggunaan AR, VR, atau platform daring, serta ketersediaan infrastruktur di masing-masing wilayah studi (Faria & Lobato Miranda, 2024). Perbedaan ini menyebabkan implementasi pembelajaran inkuiri berbasis digital bersifat kontekstual dan tidak dapat digeneralisasi secara langsung.

### **Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Berbasis Digital terhadap Keterampilan Berpikir Kritis**

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri potensial dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis untuk berbagai jenjang baik SD, SMP, maupun SMA. Kemampuan berpikir kritis menjadi keterampilan yang digunakan untuk *problem solving* dengan melakukan analisis dan evaluasi terhadap argumen yang dikemukakan (Duran & Dökme, 2016; Rahayu et al., 2024). Berdasarkan 20 artikel penelitian dari berbagai negara, pembelajaran inkuiri secara positif memberikan dampak yang signifikan untuk membangun keterampilan berpikir kritis. Penelitian oleh Duran & Dokme (2016) secara eksplisit mengungkapkan bahwa pembelajaran inkuiri mampu meningkatkan berpikir kritis. Selain itu, penelitian Gomez & Suarez (2020) juga menjelaskan

terkait data PISA yang menunjukkan adanya hubungan positif antara pembelajaran inkuiri dan berpikir kritis di berbagai negara.

Berpikir kritis menuntut proses berpikir secara reflektif dan cermat dalam mengambil keputusan melalui proses analisis dan evaluasi. Indikator berpikir kritis diantaranya keterampilan untuk menganalisis, keterampilan untuk mensintesis, keterampilan untuk mengenal dan memecahkan masalah, keterampilan untuk menyimpulkan, dan keterampilan untuk mengevaluasi (Rositawati, 2018). Indikator berpikir kritis yang dikembangkan berdasarkan artikel seperti indikator interpretasi yang terdiri dari kemampuan memahami, menafsirkan, dan mengklasifikasi informasi (Fuad et al., 2017). Indikator analisis yang terdiri dari membadakan informasi, mengidentifikasi argumen, dan menghubungkan antar konsep. Indikator evaluasi yang terdiri dari menilai kredibilitas informasi dan kualitas informasi (Pursitasari et al., 2020). Indikator inferensi terdiri dari menarik kesimpulan secara logis berdasarkan data dan bukti (Gómez & Suárez, 2020). Indikator penjelasan terdiri dari mengomunikasikan hasil secara lisan maupun tulisan (Fuad et al., 2017). Indikator regulasi diri terdiri dari kegiatan refleksi dan mengoreksi proses berpikir (Spector & Ma, 2019). Jadi, berpikir kritis merupakan kemampuan reflektif dan logis yang mencakup interpretasi, analisis, evaluasi, eksplanasi, inferensi dan regulasi diri dalam memahami dan memecahkan masalah.

Setiap indikator berpikir kritis dapat mengalami peningkatan ketika menerapkan pembelajaran berbasis inkuiri. Pembelajaran inkuiri memiliki tahapan-tahapan yang mempengaruhi kemampuan berpikir kritis (Sucilestari & Arizona, 2020). Tahap pertama siswa akan melaksanakan orientasi masalah dengan mengidentifikasi fenomena, kegiatan ini akan membentuk interpretasi dan perumusan pertanyaan kritis siswa (Susilawati et al., 2020). Tahap selanjutnya yaitu merumuskan pertanyaan dan hipotesis, kegiatan ini mampu melatih kemampuan berpikir kritis inferensi dan menyusun argumen. Tahap selanjutnya yaitu kegiatan penyelidikan berupa eksplorasi, proses ini akan melatih kemampuan berpikir kritis dari aspek analisis, interpretasi data, dan inferensi (Rahmi et al., 2019). Tahap terakhir dari pembelajaran inkuiri adalah penarikan kesimpulan dan refleksi. Aktivitas ini akan menumbuhkan regulasi diri bagi siswa.

Seluruh penelitian menunjukkan dampak positif terhadap kemampuan berpikir kritis tetapi, tingkat peningkatan yang dihasilkan tidak seragam. Penelitian yang mengintegrasikan strategi tambahan seperti argument-based inquiry dan pendekatan metakognitif cenderung menunjukkan hasil yang lebih signifikan dibandingkan dengan penerapan inkuiri secara konvensional (Wale & Bishaw., 2020). Selain itu, perbedaan hasil juga dipengaruhi oleh faktor durasi pembelajaran, desain aktivitas inkuiri, dan keaktifan siswa dalam proses investigasi (Puspitasari et al., 2020). Oleh karena itu, efektivitas model inkuiri tidak bergantung pada model itu sendiri, tetapi juga oleh kualitas implementasi dan kondisi pembelajaran.

### **Kontribusi Teoritis**

Penelitian ini memberikan kontribusi teoretis dengan mengusulkan kerangka konseptual hubungan antara pembelajaran inkuiri berbasis digital dan berpikir kritis. Model inkuiri berbasis digital bekerja melalui tahapan utama, yaitu pengenalan masalah, hipotesis, penyelidikan, analisis data, dan refleksi. Integrasi teknologi dengan Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), dan platform pembelajaran daring, berperan sebagai mediator yang memperkuat proses pengamatan, visualisasi, dan interaksi dalam pembelajaran. Setiap tahapan inkuiri berkontribusi terhadap pengembangan indikator berpikir kritis, seperti menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, menginferensi, dan regulasi diri. Namun, hubungan tersebut dipengaruhi oleh faktor kontekstual, seperti jenjang pendidikan, kesiapan guru, dan ketersediaan fasilitas teknologi. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya menunjukkan bahwa pembelajaran inkuiri berbasis digital efektif, tetapi juga menjelaskan mekanisme dan kondisi yang mempengaruhi keberhasilannya.

## SIMPULAN

Implementasi model pembelajaran inkuiri berbasis digital di berbagai jenjang pendidikan dilakukan secara adaptif, mulai dari inkuiri terbimbing dengan bantuan *Augmented Reality* di tingkat SD hingga inkuiri terbuka melalui praktikum virtual dan VR di tingkat SMA, guna mengatasi tantangan keterbatasan waktu dan alat laboratorium. Secara keseluruhan, model inkuiri terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa karena setiap tahapan inkuiri mulai dari orientasi masalah hingga refleksi, secara sistematis melatih indikator analisis, interpretasi, inferensi, dan regulasi diri siswa dalam memecahkan masalah berbasis data. Saran dan rekomendasi penelitian yaitu menerapkan model pembelajaran inkuiri ke depan tidak hanya berfokus pada sintaks inkuiri semata, tetapi juga dilengkapi dengan desain pembelajaran yang mendukung, seperti scaffolding, penguatan literasi data, serta integrasi media digital yang disesuaikan dengan materi dan jenjang pendidikan. Penelitian selanjutnya perlu menguji efektivitas kombinasi tersebut terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis.

## REFERENSI

- Abaniel, A. (2021). Enhanced Conceptual Understanding, 21st Century Skills And Learning Attitudes Through An Open Inquiry Learning Model In Physics. *Journal of Technology and Science Education*, 11(1), 30-43. <https://doi.org/10.3926/jotse.1004>
- Ardiansyah, A. S., Agung, G. H., Cahya, N. D., & Dinasari, A. (2022). Upaya Mengembangkan Keterampilan 4C melalui Challenge Based Learning. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 5, 627-637. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- Ahzari, A., & Akmam, A. (2025). Analyzing students' critical thinking skills through interactive multimedia learning in physics education. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2510.21344>
- Duran, M., & Dökme, I. (2016). The effect of the inquiry-based learning approach on student's critical-thinking skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(12), 2887-2908. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.02311a>
- Faria, A., & Lobato Miranda, G. (2024). The Effect of Augmented Reality on Learning Meiosis via Guided Inquiry and Pecha Kucha: A Quasi-Experimental Design. *Information (Switzerland)*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/info15090566>
- Fuad, N. M., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Suarsini, E. (2017). *Improving Junior High Schools' Critical Thinking Skills Based on Test Three Different Models of Learning* (Vol. 10, Issue 1).
- Gómez, R. L., & Suárez, A. M. (2020). Do inquiry-based teaching and school climate influence science achievement and critical thinking? Evidence from PISA 2015. *International Journal of STEM Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00240-5>
- I Made Tri Pramana Putra. (2022). Kajian Literatur Sistematis: Integrasi Model Inkuiri Berbasis Socioscientific Issues pada Pembelajaran IPA. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(3), 919-928. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.704>
- Kirk, M., Tytler, R., & White, P. (2023). Critical thinking in primary science through a guided inquiry pedagogy: A semiotic perspective. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 29(6), 615-637. <https://doi.org/10.1080/13540602.2023.2191181>
- Kousoglou, M., Petridou, E., Molohidis, A., & Hatzikraniotis, E. (2023). Assessing Students' Awareness of 4Cs Skills after Mobile-Technology-Supported Inquiry-Based Learning. *Sustainability (Switzerland)*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/su15086725>
- Nahar, L., & Machado, C. (2025). Inquiry-based learning in Bangladesh: insights into middle and high school students' experiences and 21st century skill development. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-025-00122-2>
- Novitra, F., Festiyed, Yohandri, & Asrizal. (2021). Development of Online-based Inquiry Learning Model to Improve 21st-Century Skills of Physics Students in Senior High School. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(9), 1-20. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11152>

- Nurul, & Oku, H. (2018). *KETERAMPILAN 4C ABAD 21 DALAM PEMBELAJARAN PENDIDIKAN DASAR* Resti Septikasari Rendy Nugraha Frasandy.
- Pursitasari, I. D., Suhardi, E., Putra, A. P., & Rachman, I. (2020). Enhancement of student's critical thinking skill through science context-based inquiry learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 97–105. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21884>
- Rahayu, R., Ismawati, R., Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, P., & Keguruan dan Ilmu Pendidikan, F. (2024). Development of DBUS-Based E-Modules Using Book-Creators to Improve Students' Critical Thinking Skills. *JURNAL PENDIDIKAN IPA VETERAN*, 8(1), 2024. <https://doi.org/10.31331/jipva.v8i1.2854>
- Rahmi, Y. L., Alberida, H., & Astuti, M. Y. (2019). Enhancing students' critical thinking skills through inquiry-based learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012193>
- Robbi Readi, st, & Sudarmiati, nd. (2023). Sistematic Literature Review (SLR) and Biomectrik Analysis: SMEs Performance. In *Business and Investment Review (BIREV)* (Vol. 1, Issue 6). Online. <https://lgdpublishing.org/index.php/birev>
- Rositawati, D. N. (2018). *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya) 2018 KAJIAN BERPIKIR KRITIS PADA METODE INKUIRI*.
- Sánchez, E., & Orduña, P. (2024). Integrating STEAM pedagogies to enhance 21st-century skills: A systematic review. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2408.15282>
- Sapriati, A., Rahayu, U., Sausan, I., Sekarwinahyu, M., & Anam, R. S. (2024). Jurnal Pendidikan IPA Indonesia THE IMPACT OF INQUIRY-BASED LEARNING ON STUDENTS' CRITICAL THINKING IN BIOLOGY EDUCATION PROGRAMS WITHIN OPEN AND DISTANCE LEARNING SYSTEMS. *JPII*, 13(3), 367–376. <https://doi.org/10.15294/jpii.v13i3.5789>
- Saputra, H. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis. *Perpustakaan IAI Agus Salim*.
- Sari, R. M., Sumarmi, Astina, I. K., Utomo, D. H., & Ridhwan. (2021). Increasing Students Critical Thinking Skills and Learning Motivation Using Inquiry Mind Map. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(3), 4–19. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i03.16515>
- Spector, J. M., & Ma, S. (2019). Inquiry and critical thinking skills for the next generation: from artificial intelligence back to human intelligence. *Smart Learning Environments*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-019-0088-z>
- Sucilestari, R., & Arizona, K. (2020). *The Impact of Inquiry-Based Learning on Students' Critical Thinking Skills*.
- Susilawati, E., Agustinasari, A., Samsudin, A., & Siahaan, P. (2020). Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 11–16. <https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1453>
- Wale, B. D., & Bishaw, K. S. (2020). Effects of using inquiry-based learning on EFL students' critical thinking skills. *Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40862-020-00090-2>
- Zhang, S., & Yao, Z. (2025). The challenge of the application of augmented reality in science education in China: a systematic review. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-025-00123-1>