



Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ) Universitas Papua

website: <https://journal.fkip.unipa.org/index.php/kpej>



Challenges of Science Teachers in Designing Inquiry Learning: A Systematic Literature Review

Amira Setiyani, Nuril Munfaridah*, & Arif Hidayat

Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Indonesia

*Corresponding author: nuril.munfaridah.fmipa@um.ac.id

Abstract: *This study aims to map the challenges faced by science teachers in designing inquiry-based learning through a systematic literature review (SLR) approach. The PRISMA method was used to screen articles from the ERIC database published between 2020 and 2025. Out of 292 initial articles, a rigorous inclusion-exclusion process narrowed the sample to 14 relevant studies, which were then thematically analyzed. The findings revealed nine major thematic challenges: limited understanding of inquiry, lack of experience, reliance on traditional teaching methods, difficulty integrating inquiry into classroom practice, insufficient institutional support, inadequate professional development, challenges in designing inquiry elements, time constraints, and unsupported assessment practices. These challenges are interrelated and reflect the multidimensional nature of barriers to effective inquiry-based science instruction. This study provides empirical contributions to support science education policy development and the design of teacher training programs responsive to 21st-century learning demands.*

Keywords: *inquiry-based learning, instructional design, pedagogical challenges, science teachers, systematic literature review*

Tantangan Guru Sains dalam Mendesain Pembelajaran Inkuiri: *Sistematic Literature Review*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk memetakan tantangan yang dihadapi guru sains dalam mendesain pembelajaran inkuiri melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Kajian ini menggunakan metode PRISMA dengan menyeleksi artikel dari database ERIC yang terbit dalam lima tahun terakhir (2020–2025). Dari 292 artikel awal, dilakukan proses penyaringan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi hingga diperoleh 14 artikel yang dianalisis secara mendalam menggunakan pendekatan tematik. Hasil analisis mengungkap sembilan tema utama tantangan, yaitu: pemahaman terbatas tentang inkuiri, kurangnya pengalaman guru, ketergantungan pada metode pengajaran tradisional, kesulitan integrasi inkuiri dalam praktik kelas, keterbatasan fasilitas, minimnya pengembangan profesional, kesulitan dalam merancang perangkat inkuiri, keterbatasan waktu, serta asesmen yang tidak mendukung. Temuan ini menunjukkan bahwa tantangan bersifat multidimensi dan saling terkait, mencerminkan perlunya pendekatan komprehensif dalam penguatan kapasitas guru. Penelitian ini memberikan kontribusi empiris bagi pengembangan kebijakan pendidikan sains dan desain program pelatihan guru yang lebih adaptif terhadap kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

Kata kunci: desain pembelajaran, guru sains, pembelajaran inkuiri, *systematic literature review*, tantangan pedagogis

PENDAHULUAN

Pembelajaran inkuiri memberikan kesempatan siswa untuk menkonstruksi pengetahuan sendiri yaitu sebagai pusat dalam pembelajaran. Pembelajaran yang berpusat kepada siswa memberikan kemudahan bagi siswa dalam untuk memahami konsep-konsep yang diajarkan dan mengkomunikasikan ide-idenya dalam bentuk lisan maupun tulisan (Sanjani, 2019). Inkuiri tidak menuntut siswa untuk menghafal rumus yang telah diberikan tetapi hendaknya membentuk sendiri pengetahuannya dengan "mengalaminya" sendiri dalam kehidupan nyata sehingga dengan begitu ingatan akan materi ini akan bertahan lama apabila bisa dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari yang pernah siswa alami (Gumay et al., 2020). Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran inkuiri telah terbukti efektif dalam meningkatkan aktivitas belajar, hasil belajar fisika siswa, keterampilan berpikir kritis, keterampilan proses sains, kemampuan pemecahan masalah dan komunikasi ilmiah siswa (Aristiani et al., 2018; Najwa et al., 2022; Siahaan et al., 2021; Sudiartha, 2022; Worachak et al., 2023). Namun, penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran inkuiri di sekolah sering kali belum optimal (Sudiantara & Artawan, 2014; Wartini, 2021).

Guru sebagai penentu keberhasilan proses belajar mengajar, guru perlu mendesain pembelajaran inkuiri dengan baik (Darkasyi et al., 2014; Darling-Hammond & Baratz-Snowden, 2005; Sanjani, 2019). Akan tetapi banyak guru sains kesulitan dalam mendesain pembelajaran inkuiri yang sistematis dan bermakna, sehingga kegiatan inkuiri seringkali hanya menjadi aktivitas “praktikum ringan” tanpa mendalam (Bernard & Dudek-Rózycki, 2020; Corlu & Corlu, 2012; Pérez & Furman, 2016; Sağlam & Şahin, 2017; Yakar & Baykara, 2014). Permasalahan ini penting bagi guru sains sebagai fasilitator pembelajaran, karena berdampak langsung pada efektivitas proses belajar siswa (Gutierrez, 2015; Ødegaard et al., 2014; Ozdemir & Dikici, 2017). Selain itu, siswa sebagai peserta didik tidak memperoleh kesempatan optimal untuk mengembangkan kompetensi berpikir ilmiah dan keterampilan abad ke-21 (Nadelson et al., 2013). Hal tersebut menjadi tantangan dalam pembelajaran sains, dimana guru seharusnya dapat mendesain dan menerapkan pembelajaran inkuiri dengan maksimal.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa tantangan guru meliputi keterbatasan pengetahuan pedagogis (*Pedagogical Content Knowledge*), kurangnya akses sumber daya, serta tekanan kurikulum dan penilaian yang masih berorientasi pada hasil kuantitatif (Akerson et al., 2017; Dunbar, 2002; Lou et al., 2015). Studi kualitatif mendalam juga telah mengidentifikasi faktor-faktor kontekstual seperti dukungan sekolah dan pelatihan berkelanjutan seperti *professional development* (Hasni et al., 2021). Namun, hingga saat ini belum terdapat penelitian yang secara khusus memetakan tantangan guru sains dalam mendesain pembelajaran inkuiri secara terintegrasi dan komprehensif. Sebagian besar tinjauan masih bersifat naratif atau terbatas pada konteks tertentu, sehingga belum memberikan gambaran global tentang isu-isu utama dan hubungan antar faktor yang memengaruhi tantangan guru sains dalam mendesain pembelajaran inkuiri (Çetinkaya & Özyürek, 2019).

Dengan melakukan *systematic literature review* (SLR), penelitian ini akan memetakan tantangan guru sains dalam mendesain pembelajaran inkuiri secara terintegrasi dan komprehensif, menyediakan landasan empiris yang kuat bagi pengembangan model pelatihan guru, serta rekomendasi kebijakan pembelajaran sains yang lebih efektif. Penelitian ini akan mengidentifikasi dan mengelompokkan tantangan utama yang dihadapi guru sains, menganalisis keterkaitan antar-kendala, serta menyusun kerangka rekomendasi berbasis bukti untuk perbaikan rancangan pelatihan dan kurikulum. Hasil *systematic literature review* ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pembuat kebijakan,

pengembang kurikulum, dan lembaga pelatihan guru untuk meningkatkan kapasitas guru dalam merancang pembelajaran inkuiri yang bermakna. Dengan demikian, kualitas pembelajaran sains di tingkat sekolah dapat terlaksana dengan optimal dan mendukung pencapaian kompetensi siswa sesuai tuntutan abad ke-21.

METODE

Penelitian ini merupakan *Study Literature Review* (SLR) yang menggunakan metode PRISMA (*Preferred, Reporting, Items for Sysematic Reviews and Meta-Analyses*)(Page & Moher, 2017). Tahapan *systematic review* terstruktur dan terencana sehingga menggunakan metode PRISMA (Page et al., 2021). Langkah-langkah yang digunakan untuk memperoleh hasil dalam penelitian didasarkan pada kajian literatur (García-Peñalvo, 2017). Kemudian tinjauan disajikan berdasarkan format kajian sistematis sebelumnya telah diterapkan, terutama untuk penelitian di bidang Pendidikan dan Sains (Crompton & Burke, 2018). Pada tahap awal review, pertanyaan penelitian dijabarkan lebih dulu agar tujuan yang ingin dicapai jelas. Selanjutnya, database yang dipakai untuk pencarian dan seleksi studi dipaparkan.

Database yang digunakan untuk pelaksanaan kajian literatur secara sistematis adalah ERIC. Proses pemilihan meliputi pemindahan judul, kata kunci, serta abstrak setiap artikel. Pada tinjauan sistematis, tahapan string yang digunakan dalam pencarian adalah TITLE-ABS-KEY ("*inquiry*", "*Science Teachers*" "*Secondary Education*" AND "*challenges*"). Pelaksanaan tinjauan pustaka berlangsung pada tanggal 10 Februari 2025. Tahap seleksi studi merupakan langkah penting, mencakup beberapa tahapan operasional. Pencarian awal difokuskan pada tantangan dalam mengembangkan pembelajaran inkuiri di bidang sains, yang menghasilkan 292 artikel internasional. Kemudian pencarian kedua dikerucutkan guna mendapatkan tren dan hasil penelitian terkini 5 tahun terakhir tentang tantangan dalam mengembangkan pembelajaran inkuiri di bidang sains didapatkan 75 artikel.

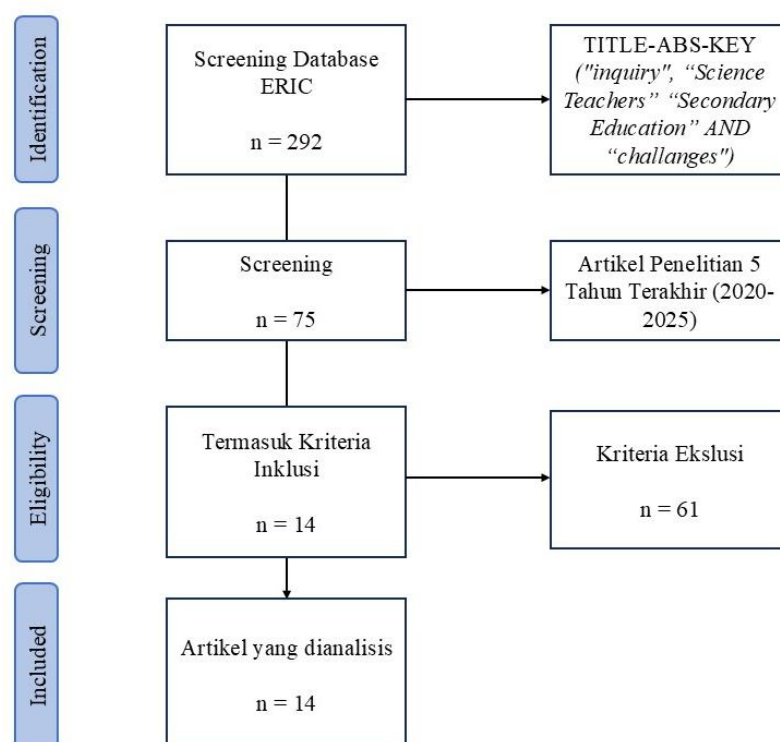
Pada pemilihan artikel terdapat penyaringan dengan menentukan kriteria inklusi dan eksklusi pada literatur terkait. Adapun kriteria inklusi dan kriteria eksklusi yang ditentukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kajian literatur merupakan karya berupa artikel jurnal internasional. 2. Artikel sudah diterbitkan dan dipublikasikan pada tahun 2020-2025 (5 tahun terakhir) 3. Topik penelitian mencakup pada pembelajaran sains. 4. Topik penelitian berupa inkuiri pada pembelajaran sains.
Kriteria Eksklusi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kajian literatur berupa buku, skripsi, makalah, prosiding dan laporan. 2. Artikel diterbitkan sebelum tahun 2020 dan bukan dari jurnal internasional. 3. Topik penelitian dengan fokus selain pembelajaran sains. 4. Model pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran bukan inkuiri.

Setelah menentukan kriteria inklusi dan eksklusi, tahapan berikutnya adalah memilih memilah artikel yang akan dikaji atau direview. Data yang telah didapatkan kemudian dilakukan analisis menggunakan metode naratif (Chadegani et al., 2013). Metode naratif

digunakan guna mendeskripsikan tantangan guru sains dalam mendesain pembelajaran inkuiri. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi tetapi tidak tergolong dalam kriteria eksklusi akan diseleksi lebih lanjut berdasarkan sejumlah karakteristik kualitas. Dalam studi literatur ini, aspek kualitas mencakup deskripsi konsep model pembelajaran inkuiri, rancangan penelitian, tujuan penelitian, sampel atau partisipan, jawaban atas pertanyaan penelitian, temuan dan kesimpulan, variabel penelitian, rekomendasi pengembangan model inkuiri ke depan, serta jenjang pendidikan yang menjadi fokus. Dari 75 artikel hasil pencarian awal di database, dilakukan penyaringan menurut kriteria kualitas, sehingga 60 artikel dieliminasi dan akhirnya 14 artikel dipilih untuk dianalisis lebih lanjut. Proses ekstraksi data divisualisasikan menggunakan alur PRISMA, seperti terlihat pada Gambar 1 (Moher et al., 2009).



Gambar 1. Tahapan PRISMA (Langkah Ekstraksi Data)

Artikel-artikel dibaca satu per satu, kemudian data dikumpulkan mengenai aspek tantangan guru sains dalam mendesain pembelajaran inkuiri pada artikel-artikel tersebut. Analisis konten diperlukan untuk menganalisis dokumen dan teks guna mengkategorikan dan mengukur konten komunikasi eksplisit dalam kategori yang telah ditentukan (Wandi et al., 2023). Teknik ini menggunakan proses sistematis yang memungkinkan pengumpulan produksi kesimpulan yang dapat direproduksi dan valid dari teks. Setelah informasi data dikumpulkan, aspek-aspek yang digunakan dalam artikel tersebut dikategorikan. Pengkodean juga dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian terkait tantangan guru sains dalam mendesain pembelajaran inkuiri (Wulandari et al., 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil *literature review* pada database ERIC dengan kata kunci *"inquiry"*, *"Science Teachers"*, *"Secondary Education"* AND *"challenges"*, diperoleh 75 artikel internasional dari rentang tahun 2020–2025. Setelah dilakukan proses seleksi berdasarkan kriteria

inklusi dan eksklusif, serta evaluasi kualitas isi menggunakan indikator yang telah ditetapkan, 14 artikel dinyatakan layak untuk dianalisis lebih lanjut. Seluruh artikel yang dianalisis dikode secara terbuka, lalu dikelompokkan melalui analisis tematik. Dari proses tersebut, ditemukan sembilan tema besar tantangan utama dalam desain pembelajaran inkuiri oleh guru sains dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemetaan Hasil Review Artikel

Aspek	Penulis, Tahun
Pengetahuan Guru Terkait Inkuiri Terbatas	(Nawanidbumrung et al., 2024) (Mohammed & Amponsah, 2021) (Ngema et al., 2024) (Mohammed, 2022) (Petersen, 2022) (Son et al., 2022) (Ogegbo, 2021) (Buyukbayraktar et al., 2022)
Kurang Pengalaman dalam Implementasi Inkuiri	(Nawanidbumrung et al., 2024) (Mohammed & Amponsah, 2021) (Choi et al., 2021) (Ogegbo, 2021)
Ketergantungan pada Metode Pengajaran Tradisional	(Ngema et al., 2024) (Ladachart et al., 2024) (Mohammed & Luguterah, 2024) (Ogegbo, 2021)
Kesulitan Mengintegrasikan Inkuiri kedalam Praktik Kelas	(Ngema et al., 2024) (Son et al., 2022) (Ogegbo, 2021) (Baroudi & Rodjan Helder, 2021)
Fasilitas Instansi Tidak Memadai	(Nawanidbumrung et al., 2024) (Ngema et al., 2024) (Son et al., 2022) (Ogegbo, 2021) (Ogegbo et al., 2024) (Baroudi & Rodjan Helder, 2021)
Kurangnya <i>Professional Development</i>	(Ladachart et al., 2024) (Lameras et al., 2022) (Mohammed & Luguterah, 2024) (Ogegbo, 2021) (Ogegbo et al., 2024) (Baroudi & Rodjan Helder, 2021) (Buyukbayraktar et al., 2022)
Kesulitan Merancang Perangkat yang Memungkinkan Pengalaman Inkuiri	(Lameras et al., 2022) (Buyukbayraktar et al., 2022)
Keterbatasan Waktu	(Choi et al., 2021) (Baroudi & Rodjan Helder, 2021)
Asesmen yang Tidak Memadai	(Ogegbo et al., 2024) (Baroudi & Rodjan Helder, 2021) (Buyukbayraktar et al., 2022)

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa tantangan guru dalam mendesain pembelajaran inkuiri tidak berdiri sendiri, melainkan saling berkaitan dan membentuk suatu pola hambatan yang kompleks. Tabel tersebut merangkum sembilan aspek utama yang diidentifikasi dari berbagai studi, mulai dari keterbatasan pengetahuan guru tentang inkuiri, kurangnya pengalaman praktis, hingga kendala institusional dan sistemik seperti fasilitas yang tidak memadai dan praktik asesmen yang kurang mendukung. Kesembilan aspek ini kemudian dijabarkan secara rinci untuk menunjukkan bagaimana setiap tantangan muncul dalam konteks nyata pembelajaran sains. Di bawah ini diberikan analisis mendalam yang menekankan hubungan antara keterbatasan guru, dukungan institusional, dan sistem penilaian terhadap keberhasilan desain pembelajaran inkuiri.

1. Pengetahuan Guru Terkait Inkuiri Terbatas

Penelitian menunjukkan bahwa banyak guru memiliki pemahaman yang terbatas tentang pembelajaran inkuiri, yang menyebabkan mereka cenderung menggunakan pendekatan pengajaran tradisional. Hal ini memengaruhi cara mereka merancang dan melaksanakan pembelajaran, serta menghambat penggunaan strategi pengajaran yang lebih berpusat pada siswa (Nawanidbumrung et al., 2024). Guru dan administrator pendidikan memiliki pemahaman yang tidak terinformasi atau sebagian terinformasi tentang penyelidikan ilmiah serta pengajaran dan pembelajaran inkuiri, yang membatasi pelaksanaan pengajaran sains berbasis inkuiri di sekolah. Tantangan yang membatasi guru untuk menerapkan pengajaran yang mendorong pemahaman dan kemampuan siswa dalam melakukan inkuiri meliputi pemahaman dan konsepsi pedagogis inkuiri yang tidak memadai pada diri guru sendiri dan kurangnya/terbatasnya dukungan administratif untuk pengajaran inkuiri (Mohammed & Amponsah, 2021).

Kurangnya pemahaman mendalam tentang kerangka konseptual dan tahapan inkuiri (misalnya *guided vs open inquiry*) membuat guru belum mampu menyusun skenario pembelajaran yang konsisten dengan prinsip inkuiri (Ngema et al., 2024; Rismawati et al., 2017; Son et al., 2022). Sebagian besar guru memiliki pemahaman rendah tentang pengajaran inkuiri tetapi pemahaman tinggi tentang pengajaran tradisional, yang merupakan indikator negatif bagi pengajaran sains berbasis inkuiri. Tantangan utama dalam pelaksanaan pembelajaran inkuiri atau pembelajaran yang berpusat pada siswa yaitu sebagian besar guru percaya bahwa hanya guru yang sangat berbakatlah yang mampu menerapkan strategi inovatif dan kreativitas di kelas. Banyak guru berpendapat bahwa kegiatan praktik sains langsung (*hands-on*) sama dengan pengajaran berbasis inkuiri, padahal tidak semua kegiatan *hands-on* bersifat inkuiri. Pengajaran tradisional dan pengalaman laboratorium yang dialami siswa sangat memengaruhi terbentuknya pemahaman mereka tentang sains berbasis praktik langsung (Mohammed, 2022).

Dalam praktiknya, banyak guru yang diharapkan mengajar sains berbasis inkuiri tidak memiliki pengalaman dengan pendekatan ini atau mungkin memiliki pemahaman yang belum matang tentang konsep-konsepnya, sehingga penilaian terhadap pembelajaran inkuiri siswa menjadi semakin sulit bagi guru. Guru menggunakan berbagai strategi *scaffolding* sesuai dengan tingkat pemahaman inkuiri siswa, dan bahwa *scaffolding* berlangsung dalam urutan-urutan singkat, tetapi penelitian juga mengungkapkan bahwa guru itu sendiri tidak menyadari penggunaan strategi yang terdiferensiasi tersebut. Hal ini menuntut pemahaman yang lebih baik tentang penggunaan strategi *scaffolding* oleh guru dan pengembangan profesional agar mereka mengetahui cara menerapkan strategi tersebut secara optimal (Petersen, 2022).

Studi ini mengungkapkan bahwa meskipun sebagian besar guru memiliki pemahaman dasar tentang pedagogi berbasis inkuiri, banyak di antara mereka yang kurang memiliki

pengetahuan mendalam mengenai prosesnya (Büyükbayraktar et al., 2022; Ogegbo, 2021). Pada implikasinya untuk guru perlu memperdalam pemahaman tentang kerangka konseptual dan tahapan inkuiri melalui studi literatur, lokakarya, atau kolaborasi antar-guru. Refleksi mendalam terhadap kemampuan pengajaran dapat membantu menggeser orientasi menuju praktik inkuiri. Sedangkan bagi pembuat kebijakan, memasukkan modul pembelajaran inkuiri ke dalam kurikulum pendidikan guru formal dan pelatihan berkelanjutan. Fasilitasi penyediaan bahan ajar model dan skenario pembelajaran inkuiri yang konkret, serta dorong supervisi yang mendukung penguasaan konsep inkuiri bagi guru di lapangan.

2. Kurang Pengalaman dalam Implementasi Inkuiri

Guru yang minim pengalaman dengan metode inkuiri cenderung merasa kurang percaya diri untuk menerapkannya (Nawanidbumrung et al., 2024). Pemahaman tentang inkuiri yang tidak terinformasi tersebut berkembang dari kurangnya paparan dan pengalaman guru dengan pengajaran sains berbasis inkuiri ketika mereka masih menjadi mahasiswa (Mohammed & Amponsah, 2021). Guru yang tidak menerapkan pengajaran sains inkuiri disebabkan karena permasalahan diri mereka sendiri (kurangnya pengalaman, pemahaman, dan keterampilan mengajar) (Choi et al., 2021). Meskipun sebagian besar guru memiliki pemahaman dasar tentang pedagogi berbasis inkuiri, banyak di antara mereka yang kurang memiliki pengetahuan mendalam mengenai prosesnya dan jarang menerapkannya secara efektif di kelas. Kesenjangan ini disebabkan oleh kurangnya pengembangan profesional, keterbatasan sumber daya instruksional, dan ukuran kelas yang besar (Ogegbo, 2021).

Pada implikasinya guru mendorong partisipasi aktif dalam program magang atau mentoring di mana mereka dapat mengamati dan mempraktikkan inkuiri. Menggunakan pendekatan *Lesson Study* atau pengajaran kolaboratif agar guru memperoleh pengalaman langsung merancang dan menerapkan inkuiri dengan bimbingan secara langsung. Peningkatan pengalaman tersebut penting untuk membangun keberanian pedagogis para guru. Sedangkan bagi pembuat kebijakan untuk menyediakan program peningkatan praktik terbimbing (misalnya *inquiry teaching residencies* atau *teacher exchange*) yang memungkinkan guru saling belajar. Memberikan waktu dan penghargaan bagi guru yang bersedia bereksperimen dengan metode baru, agar meminimalkan kecemasan berlebih ketika mencobakan inkuiri di kelas.

3. Ketergantungan pada Metode Pengajaran Tradisional

Guru cenderung menggunakan pendekatan “*teacher-centred*” yang sudah familiar bagi mereka, sehingga kesulitan beralih ke model pembelajaran inkuiri yang lebih “*student-centred*” dan tujuan pribadi guru (*teaching goals*) yang masih berorientasi pada pencapaian konten dan pengelolaan kelas secara terpusat menghambat implementasi praktek inkuiri yang lebih fleksibel (Ngema et al., 2024). Orientasi guru terhadap pembelajaran berbasis inkuiri dapat dibatasi oleh budaya pendidikan yang berfokus pada ujian (Ladachart et al., 2022). Selain itu, guru sains di luar konteks pelatihan profesional memiliki efikasi diri yang rendah untuk praktik pembelajaran inkuiri, namun efikasi diri yang tinggi untuk praktik pengajaran tradisional (Mohammed & Luguterah, 2024). Guru kurang menilai pentingnya berbagai strategi penilaian formatif dan sumatif cenderung enggan mengubah praktik tradisionalnya menjadi lebih berorientasi inkuiri (Ogegbo et al., 2024).

Pada implikasinya sebagai guru dapat melakukan refleksi mendalam terhadap kemampuan dalam mengajar (misalnya melalui diskusi kelompok atau pelatihan

profesionalisme guru). Mencoba secara bertahap menggabungkan perangkat pembelajaran inkuiri sederhana dalam praktik sehari-hari (seperti mendorong pertanyaan siswa atau diskusi investigatif) untuk membiasakan diri dengan pendekatan baru. Sedangkan, bagi pembuat kebijakan diharapkan memperkuat kultur sekolah yang mendukung inovasi pembelajaran. Kebijakan dalam melakukan akreditasi sekolah berbasis kriteria pembelajaran aktif dan komponen penilaian proses belajar dalam evaluasi sekolah agar fokus guru tidak hanya pada hasil ujian akhir.

4. Kesulitan Mengintegrasikan Inkuiri kedalam Praktik Kelas

Guru mengetahui manfaat inkuiri akan tetapi guru mengalami hambatan teknis, misalnya dalam merancang kegiatan eksplorasi atau memfasilitasi pertanyaan terbuka siswa, sehingga inkuiri sering kali tidak terimplementasi secara mendalam (Ngema et al., 2024). Tantangan bagi guru dalam membimbing proses inkuiri memberi petunjuk yang cukup tanpa mengambil alih eksplorasi siswa. Kekhawatiran mengenai keselamatan siswa saat melakukan eksperimen, terutama ketika menggunakan bahan atau peralatan laboratorium yang berpotensi berbahaya (Son et al., 2022). Meskipun sebagian besar guru memiliki pemahaman dasar tentang pedagogi berbasis inkuiri, banyak di antara mereka yang kurang memiliki pengetahuan mendalam mengenai prosesnya dan jarang menerapkannya secara efektif di kelas. Kesenjangan ini disebabkan oleh kurangnya pengembangan profesional, keterbatasan sumber daya instruksional, dan ukuran kelas yang besar. kurangnya pengembangan profesional, keterbatasan sumber daya instruksional, dan ukuran kelas yang besar (Baroudi & Rodjan Helder, 2021; Ogegbo, 2021).

Pada implikasinya sebagai guru untuk memulai pembelajaran dengan integrasi bertahap: misalnya, melibatkan siswa dalam menyusun hipotesis atau pertanyaan sebelum eksperimen, dan menggunakan diskusi reflektif setelahnya. Memanfaatkan sumber daya seperti *inquiry cards* atau kerangka kerja *5E* (*Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate*) untuk membantu merancang inkuiri berstruktur. Selalu mengutamakan keselamatan dengan perencanaan matang dan panduan eksplisit saat eksperimen. Sedangkan implikasi bagi pembuat kebijakan untuk memfasilitasi penyediaan materi ajar inkuiri siap pakai dan panduan pengelolaan kelas ilmiah. mendorong penyediaan laboratorium model atau laboratorium virtual (*mobile lab*) untuk menunjukkan cara mengintegrasikan kegiatan praktikum yang menantang secara aman.

5. Fasilitas Institusi Tidak Memadai

Fasilitasi yang tidak menimbulkan kecemasan dan kemampuan untuk melakukan modifikasi fleksibel dalam sesi *Lesson Study* sangat penting untuk memenuhi kebutuhan individu guru prajabatan. Pendekatan ini membantu mereka mengatasi ketakutan dan kecemasan, serta mentransformasi pemahaman mereka menuju pengajaran berbasis inkuiri (Nawanidbumrung et al., 2024). Dukungan institusional seperti ketersediaan fasilitas laboratorium, beban kurikulum, dan mentoring dalam program pengembangan guru seringkali belum memadai untuk mendukung eksperimen pedagogis berbasis inkuiri (Ngema et al., 2024).

Kurangnya peralatan, bahan, dan fasilitas laboratorium yang memadai untuk melaksanakan kegiatan inkuiri secara optimal. Sedangkan akan menghambat apabila terdapat keterbatasan peralatan laboratorium dan teknologi pendidikan yang memadai untuk mendukung eksperimen dan pengumpulan data (Baroudi & Rodjan Helder, 2021; Ogegbo et al., 2024; Son et al., 2022).

Pada implikasinya sebagai guru yang memiliki kondisi sumber daya terbatas, kreatif menggunakan bahan sehari-hari sebagai alat percobaan. Kerjasama antarsekolah

(laboratorium bersama) atau pemanfaatan sumber belajar digital (simulasi laboratorium virtual) dapat menjadi alternatif mendukung proses inkuiri siswa. Sedangkan implikasi bagi pembuat kebijakan untuk mengalokasikan anggaran untuk perbaikan fasilitas laboratorium sekolah dan pembelian peralatan dasar eksperimen. Rancang program pendanaan khusus bagi sekolah kurang mampu agar setidaknya dapat menyediakan sarana *hands-on* sederhana. Mempromosikan juga pembangunan laboratorium berbasis sekolah atau pusat sains komunitas yang dapat dimanfaatkan oleh banyak sekolah sekaligus.

6. Kurangnya *Professional Development*

Pengembangan profesionalisme guru menunjukkan bahwa *workshop* sekali saja biasanya tidak efektif mengubah praktik mengajar guru. Mengingat orientasi guru sains terhadap pengajaran seringkali tahan terhadap perubahan, kecil kemungkinannya pelatihan dua hari seperti dalam penelitian ini dapat secara signifikan mengembangkan orientasi yang lebih berbasis inkuiri (Ladachart et al., 2022). Meskipun terdapat kesepakatan bahwa inkuiri adalah aspek integral dari pembelajaran sains siswa, terdapat hambatan seperti kurangnya pengembangan profesionalisme atau meningkatnya beban kerja guru yang dapat menghalangi guru untuk menerapkan inkuiri di kelas sains (Lameras et al., 2021). Pengetahuan guru tentang inkuiri diperlukan tetapi tidak cukup untuk pelaksanaan praktik pengajaran inkuiri mereka. Konsepsi guru tentang sains, siswa mereka, praktik pengajaran yang efektif, dan tujuan pendidikan memengaruhi jenis serta jumlah instruksi inkuiri yang dilakukan di ruang kelas sekolah menengah, agar pengembangan profesional inkuiri berhasil, tidak hanya perlu mengajarkan pengetahuan tentang inkuiri, tetapi juga menilai dan menangani konsepsi inti pengajaran guru (Mohammed & Luguterah, 2024).

Keterlibatan guru dalam program pelatihan dan pengembangan profesional berbasis inkuiri masih rendah, sehingga kepercayaan diri dan kompetensi mereka dalam mengajar secara inkuiri belum berkembang optimal (Ogegbo et al., 2024). Sebagian besar guru memiliki pemahaman dasar tentang pedagogi berbasis inkuiri, banyak di antara mereka yang kurang memiliki pengetahuan mendalam mengenai prosesnya dan jarang menerapkannya secara efektif di kelas. Kesenjangan ini disebabkan oleh kurangnya pengembangan profesional, keterbatasan sumber daya instruksional, dan ukuran kelas yang besar (Ogegbo, 2021). Pengembangan profesional yang kurang memadai – guru tidak mendapatkan pelatihan yang cukup untuk memahami dan menerapkan inkuiri. Dengan demikian, tantangan utama yang diungkap artikel ini berkaitan erat dengan kebutuhan pelatihan dan pengembangan profesional yang belum terpenuhi secara optimal, terutama dalam hal desain, pelaksanaan, dan penilaian pembelajaran inkuiri dalam konteks fisika (Baroudi & Rodjan Helder, 2021; Büyükbayraktar et al., 2022).

Pada implikasinya sebagai guru untuk memanfaatkan kesempatan program pengembangan profesional yang bersifat kolaboratif dan berjangka panjang (bukan sekadar seminar satu kali). Mencari komunitas belajar guru atau mentoring yang fokus pada penerapan inkuiri. Pelatihan model *Lesson Study* atau *Professional Learning Community* (PLC) tentang inkuiri dapat sangat membantu menerjemahkan teori ke dalam praktik. Sedangkan implikasi sebagai pembuat kebijakan untuk menyediakan pelatihan berkelanjutan dan pendampingan inkuiri, misalnya melalui program induksi khusus atau bimbingan ahli lapangan. Kurikulum pelatihan mencakup diskusi tentang kemampuan guru dan praktik pengajaran yang efektif – bukan hanya penyampaian materi saja. Selain itu, berikan kompensasi atau waktu khusus bagi guru yang aktif dalam pengembangan profesional inkuiri agar memotivasi keikutsertaan para guru.

7. Kesulitan Merancang Perangkat Pembelajaran Inkuiri

Guru sering merasa bingung dalam memilih dan menyusun perangkat pembelajaran berbasis inkuiri. Sebagian besar guru belum terbiasa merancang skenario pelajaran yang melibatkan *komponen inkuiri* seperti memformulasikan pertanyaan penelitian, menyiapkan alat dan data, serta membimbing diskusi ilmiah. Studi lapangan menemukan banyak guru *ragu* bagaimana menciptakan pengalaman belajar inkuiri yang bermakna di kelas. Sebagai akibatnya, rencana pelajaran mereka cenderung generik (misalnya hanya mengganti contoh eksperimen tanpa mengubah pendekatan), sehingga potensi inkuiri tidak terlaksana penuh. Manajemen kelas juga menjadi tantangan: ketika siswa bekerja secara aktif dan eksploratif, guru kebingungan mengelola dinamika kelas yang tidak seperti metode konvensional (misalnya sulit memantau tiap kelompok eksperimen secara efektif) (Lameras et al., 2021).

Tantangan merancang perangkat inkuiri dapat timbul dari minimnya pengetahuan praktis tentang struktur inkuiri yang baik serta kekhawatiran akan kontrol kelas. Konsekuensinya, perangkat inkuiri yang dihadirkan pun seringkali dangkal misalnya siswa hanya terlibat dalam pengamatan tanpa membuat pertanyaan penyelidikan sendiri. Pembelajaran pun kurang *otentik* karena guru masih sangat mengarahkan setiap Langkah (Büyükbayraktar et al., 2022). Pada implikasinya sebagai guru untuk mempelajari *lesson plan* dengan kerangka inkuiri (misalnya model 5E atau prediksi-eksperimen); memulai dengan skenario sederhana yang memuat pertanyaan terbuka. Penggunaan pendekatan kolaboratif untuk merancang materi inkuiri dan memperoleh umpan balik. Selalu menyisipkan kegiatan diskusi atau refleksi agar semua siswa terlibat aktif. Sedangkan sebagai pembuat kebijakan untuk mengembangkan persediaan rencana pembelajaran inkuiri yang komprehensif bagi guru, beserta pedoman *best practices*. Mengadakan *workshop* desain kurikulum dimana guru belajar membuat unit pembelajaran bertema sains yang benar-benar *inquiry-based*.

8. Keterbatasan Waktu

Beban kurikulum dan jadwal mengajar yang padat sering kali menyisakan waktu sangat sedikit bagi guru untuk melaksanakan pembelajaran inkuiri secara utuh. Banyak studi lapangan mengonfirmasi bahwa guru merasa tidak memiliki waktu yang cukup untuk merencanakan serta menuntaskan siklus inkuiri, terutama karena harus menyeimbangkan tuntutan pencapaian standar konten dan persiapan ujian. Akibatnya, guru cenderung memotong beberapa tahap inkuiri (misalnya fase eksplorasi atau diskusi mendalam) demi mengejar penyelesaian materi. Dalam jangka panjang, faktor waktu ini membatasi kedalaman dan kesinambungan inkuiri, sehingga pembelajaran sering bersifat *ad hoc* dan kurang berkelanjutan (Choi et al., 2021). Dari analisis, penyebab utamanya adalah kebijakan kurikulum yang padat tanpa fleksibilitas waktu untuk kegiatan eksplorasi. Tekanan untuk mencapai target capaian kurikulum menimbulkan *trade-off* dengan waktu pelajaran yang digunakan untuk eksperimen atau diskusi ilmiah. Konsekuensinya, inovasi pedagogis seperti inkuiri mudah diabaikan karena guru merasa harus “mengejar ketertinggalan” materi (Baroudi & Rodjan Helder, 2021).

Pada implikasinya sebagai guru untuk merencanakan penggunaan waktu secara efisien dengan menyatukan beberapa kompetensi dalam satu pembelajaran inkuiri. Misalnya, gunakan satu proyek eksplorasi untuk mengajar beberapa konsep sains sekaligus. Berkolaborasi antar mata pelajaran untuk mengintegrasikan kegiatan inkuiri (misalnya sains dan matematika). Sedangkan bagi pembuat kebijakan untuk mempertimbangkan pengaturan ulang kurikulum agar memberikan waktu memadai untuk kegiatan praktikum dan penyelidikan. Kurangi isi materi kurang esensial atau kurikulum ganda yang

memberatkan. Mendorong pengurangan beban administrasi non-pendidikan agar guru dapat fokus lebih banyak pada proses pembelajaran inkuiri.

9. Asesmen yang Tidak Mendukung

Sistem penilaian yang masih dominan mengukur hafalan dan hasil akhir ilmu pengetahuan tidak sejalan dengan spirit inkuiri. Guru sering melaporkan bahwa instrumen evaluasi yang mereka terima (soal ujian tertulis, kuis hafalan) tidak menilai proses berpikir ilmiah atau keterampilan investigasi siswa. Akibatnya, guru kurang terbiasa menilai dan menghargai proses bertanya, eksperimen, serta penalaran siswa. Banyak guru ragu bagaimana merancang penilaian formatif yang mengapresiasi prosedur penelitian dan refleksi siswa. Kondisi ini membuat guru lebih fokus mengulang materi agar siswa lulus ujian, sehingga aspek keterlibatan siswa dalam inkuiri terabaikan (Baroudi & Rodjan Helder, 2021; Büyükbayraktar et al., 2022).

Penyebabnya antara lain kurangnya pelatihan guru dalam asesmen autentik dan budaya evaluasi sekolah yang menekankan nilai numerik. Konsekuensinya, pengajaran inkuiri tidak didukung secara sistemik. Ketika guru tidak melihat keterkaitan antara pembelajaran inkuiri dengan cara siswa dinilai, mereka kurang termotivasi untuk melaksanakan inkuiri secara mendalam. Akibat jangka panjangnya, siswa mungkin menjadi terbiasa belajar untuk menghafal, bukan untuk berpikir kritis dan melakukan penelitian (Ogegbo et al., 2024). Pada implikasinya sebagai guru untuk mengembangkan dan memanfaatkan teknik penilaian yang mengapresiasi proses (misalnya portofolio, rubrik penilaian observasi, laporan eksperimen, dan penilaian sejawat). Mensosialisasikan tujuan asesmen formatif kepada siswa agar mereka memahami pentingnya proses inkuiri. Sedangkan sebagai pembuat kebijakan untuk merevisi kebijakan penilaian sekolah dengan menambahkan komponen asesmen proses ilmiah dan kompetensi berpikir tingkat tinggi. Menyediakan panduan dan pelatihan bagi guru dalam membuat rubrik penilaian inkuiri. Insentif atau akreditasi dapat diberikan kepada sekolah yang menerapkan asesmen autentik secara konsisten.

SIMPULAN DAN SARAN

Tantangan yang dihadapi guru sains dalam mendesain pembelajaran inkuiri, meliputi keterbatasan pemahaman tentang inkuiri, kurangnya pengalaman, ketergantungan pada metode pengajaran tradisional, kesulitan mengintegrasikan inkuiri ke dalam praktik kelas, keterbatasan fasilitas institusi, kurangnya pengembangan profesional, kesulitan merancang perangkat inkuiri, keterbatasan waktu, dan asesmen yang tidak mendukung. Setiap tantangan tersebut saling berkaitan dan menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi pembelajaran inkuiri menuntut kesiapan guru secara kognitif, pedagogis, serta dukungan sistemik dari lingkungan pendidikan.

Implikasi praktis dari temuan ini mencakup perlunya penguatan program pelatihan guru yang bersifat berkelanjutan dan kolaboratif, penyediaan sumber daya dan fasilitas pendukung, serta penyesuaian kebijakan kurikulum dan penilaian yang lebih akomodatif terhadap pendekatan pembelajaran inkuiri. Penelitian ini memberikan kontribusi empiris dan konseptual yang dapat dijadikan dasar dalam merancang intervensi peningkatan kapasitas guru serta reformasi kebijakan pendidikan sains di tingkat sekolah menengah. Ke depan, penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi strategi implementatif dari tantangan-tantangan ini dalam konteks lokal secara mendalam melalui pendekatan studi kasus atau desain eksperimen lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akerson, V. L., Pongsanon, K., Park Rogers, M. A., Carter, I., & Galindo, E. (2017). Exploring the Use of Lesson Study to Develop Elementary Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Teaching Nature of Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 293–312. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9690-x>
- Aristiani, E., Susanto, H., & Marwoto, P. (2018). Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Komunikasi Ilmiah Siswa SMA. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 7(1), 67–73. <https://doi.org/10.23887/upej.v10i5.26424>
- Baroudi, S., & Rodjan Helder, M. (2021). Behind the Scenes: Teachers' Perspectives on Factors Affecting the Implementation of Inquiry-Based Science Instruction. *Research in Science & Technological Education*, 39(1), 68–89. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1651259>
- Bernard, P., & Dudek-Różycki, K. (2020). The Impact of Professional Development in Inquiry-Based Methods on Science Teachers' Classroom Practice. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 201–219. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.201>
- Büyükbayraktar, F. N., Karamustafaoglu, O., & Özdoğan, T. (2022). Determining In-Service Training Needs of Physics Teachers for Inquiry Based Curricula. *Shanlax International Journal of Education*, 11, 23–38. <https://doi.org/10.34293/education.v11i1s1-dec.5284>
- Çetinkaya, M., & Özyürek, C. (2019). The Effect of Inquiry-Based Science Activities on Prospective Science Teachers' Scientific Process Skills. *International Online Journal of Education and Teaching*, 6(1), 56–70. <https://doi.org/10.36681/ijet/10.11>
- Chadegani, A. A., Salehi, H., Yunus, M. M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ebrahim, N. A. (2013). A Comparison Between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, 9(5), 18–26. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>
- Choi, A., Seung, E., & Kim, D. (2021). Science Teachers' Views of Argument in Scientific Inquiry and Argument-Based Science Instruction. *Research in Science Education*, 51, 251–268. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9861-9>
- Corlu, M. A., & Corlu, M. S. (2012). Scientific Inquiry Based Professional Development Models in Teacher Education. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(1), 514–521. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.121514>
- Crompton, H., & Burke, D. (2018). The Use of Mobile Learning in Higher Education: a Systematic Review. *Computers & education*, 123, 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.007>
- Darkasyi, M., Johar, R., & Ahmad, A. (2014). Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis dan Motivasi Siswa dengan Pembelajaran Pendekatan Quantum Learning pada Siswa SMP Negeri 5 Lhokseumawe. *Jurnal Didaktik Matematika*, 1(1), 21–34. <https://doi.org/10.30605/didaktik.v8i1.264>
- Darling-Hammond, L., & Baratz-Snowden, J. (2005). *A Good Teacher in Every Classroom: Preparing the Highly Qualified Teachers our Children Deserve*. San Fransisco: Jossey-Bass/Wiley.
- Dunbar, T. F. (2002). *Development and Use of an Instrument to Measure Scientific Inquiry and Related Factors*. University of New Mexico.
- García-Peñalvo, F. J. (2017). *Mapeos Sistemáticos de Literatura, Revisiones Sistemáticas de Literatura y Benchmarking de Programas Formativos*. Spanyol: Grupo GRIAL.

- Gumay, O. P. U., Ariani, T., & Putri, G. A. (2020). Development of Physics Modules Based on Inquiry in Business and Energy Subjects. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 3(1), 46–60. <https://doi.org/10.37891/kpej.v3i1.128>
- Gutierrez, S. B. (2015). Collaborative Professional Learning through Lesson Study: Identifying the Challenges of Inquiry-Based Teaching. *Issues in educational research*, 25(2), 118–134. <https://doi.org/10.1108/IER-03-2015-0011>
- Hasni, N. H. M., Zabudin, N. F., & Adib, M. A. H. M. (2021). Youth Perspective on Vaccine Hesitancy in Malaysia: a Qualitative Inquiry. *Journal of Public Health and Development*, 19(1), 112–122. <https://doi.org/10.31436/jphd.v22021.191>
- Ladachart, L., Phothong, W., Phornprasert, W., Suaklay, N., & Ladachart, L. (2022). Influence of an Inquiry-Based Professional Development on Science Teachers' Orientations to Teaching Science. *Journal of Turkish Science Education*, 19(3), 979–996. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.159>
- Lameras, P., Arnab, S., De Freitas, S., Petridis, P., & Dunwell, I. (2021). Science Teachers' Experiences of Inquiry-Based Learning through a Serious Game: a Phenomenographic Perspective. *Smart Learning Environments*, 8(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00152-z>
- Lou, Y., Blanchard, P., & Kennedy, E. (2015). Development and Validation of a Science Inquiry Skills Assessment. *Journal of Geoscience Education*, 63(1), 73–85. <https://doi.org/10.5408/14-028.1>
- Mohammed, S. M. (2022). Teachers' Beliefs: Positive or Negative Indicators of Inquiry-Based Science Teaching? *World Journal of Education*, 12(1), 17–33. <https://doi.org/10.5430/wje.v12n1p17>
- Mohammed, S. M., & Amponsah, K. D. (2021). Teachers' and Educational Administrators' Conceptions of Inquiry: Do They Promote or Constrain Inquiry-Based Science Teaching in Junior High Schools? *Journal of Curriculum and Teaching*, 10(3), 58–71. <https://doi.org/10.5430/jct.v10n3p58>
- Mohammed, S. M., & Luguterah, A. W. (2024). Exploration of Science Teaching Self-Efficacy Outside Professional Development Context for Inquiry-Based Teaching. *Cogent Education*, 11(1), 2377840. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2377840>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: the PRISMA Statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), 1006-1012x`xx`. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.005>
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM Perception and Preparation: Inquiry-Based STEM Professional Development for Elementary Teachers. *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157–168. <https://doi.org/10.1080/00220671.2012.667014>
- Najwa, N., Gunawan, G., Sahidu, H., & Harjono, A. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 8(SpecialIssue), 31–37. <https://doi.org/10.29303/jpft.v8iSpecialIssue.3420>
- Nawanidbumrung, W., Promratana, P. L., Chantharaukrit, P., & Inoue, N. (2024). Unpacking and Transforming Teachers' Beliefs Toward Inquiry-Oriented Teaching Through Lesson Study: a Cross-Case Analysis of Thai Preservice Science Teachers. *Journal of Education and Learning*, 13(6), 184–202. <https://doi.org/10.5539/jel.v13n6p184>
- Ngema, S., James, A., & Sibanda, D. (2024). The Role of Novice Physical Sciences

- Teachers' Goals in The Implementation of Inquiry-Based Instruction. *Cogent Education*, 11(1), 2429364. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2429364>
- Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S. M., & Sørvik, G. O. (2014). Challenges and Support When Teaching Science Through an Integrated Inquiry and Literacy Approach. *International Journal of Science Education*, 36(18), 2997–3020. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.942719>
- Ogegbo, A. A. (2021). Relationships between High School Teachers' Understanding and Their Reported Practices of Inquiry-based Pedagogy in Science Classrooms in Nigeria. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 25(2), 125–136. <https://doi.org/10.1080/18117295.2021.1965790>
- Ogegbo, A. A., Ramnarain, U., & Krajcik, J. (2024). Factors Predicting Teachers' Implementation of Inquiry-Based Teaching Practices: Analysis of South African TIMSS 2019 Data from an Ecological Perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(9), 2069–2103. <https://doi.org/10.1002/tea.21943>
- Ozdemir, G., & Dikici, A. (2017). Relationships between Scientific Process Skills and Scientific Creativity: Mediating Role of Nature of Science Knowledge. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 3(1), 52–68. <https://doi.org/10.1007/jeseh-018-9763-2>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., & Moher, D. (2021). Updating Guidance for Reporting Systematic Reviews: Development of the PRISMA 2020 Statement. *Journal of clinical Epidemiology*, 134, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.02.003>
- Page, M. J., & Moher, D. (2017). Evaluations of the Uptake and Impact of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Statement and Extensions: a Scoping Review. *Systematic reviews*, 6(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0663-8>
- Pérez, M. del C. B., & Furman, M. G. (2016). What is a Scientific Experiment?: The Impact of a Professional Development Course on Teachers' Ability to Design an Inquiry-Based Science Curriculum. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(6), 1387–1401. <https://doi.org/10.1080/095006.2016.7602>
- Petersen, M. R. (2022). Strategies to Scaffold Students' Inquiry Learning in Science. *Science Education International*, 33(3), 267–275. <https://doi.org/10.33828/sei.v33.i3.1>
- Rismawati, R., Sinon, I. L., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2017). Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing (guided inquiry) terhadap keterampilan proses sains peserta didik di SMK Negeri 02 Manokwari. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 8(1). <https://doi.org/10.31849/lectura.v8i1.267>
- Sağlam, M. K., & Şahin, M. (2017). Inquiry-Based Professional Development Practices for Science Teachers. *Journal of Turkish Science Education*, 14(4), 66–76. <https://doi.org/10.12973/tused.10213a>
- Sanjani, M. A. (2019). Pelaksanaan Strategi Pembelajaran Inkuiri. *Jurnal Serunai Administrasi Pendidikan*, 8(2), 40–45. <https://doi.org/10.37755/jsap.v8i2.199>
- Siahaan, K. W. A., Lumbangaol, S. T. P., Marbun, J., Nainggolan, A. D., Ritonga, J. M., & Barus, D. P. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Multi Representasi terhadap Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep IPA. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 195–205. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.614>
- Son, M. H., Lim, W., Son, J., & Jeong, D. H. (2022). The Suitability and Characteristics Analysis of Key Science Inquiry Activities in the 2015 National Science

- Curriculum in Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 8(1), 72–108. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10043>
- Sudiantara, I. K., & Artawan, P. (2014). Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Prestasi Belajar dan Kinerja Ilmiah. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 8(2), 25–41. <https://doi.org/10.23887/wms.v8i2.12635>
- Sudiarta, I. N. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI P MIPA 2 SMA Negeri 1 Ubud Semester Ganjil Tahun Pelajaran 2021/2022. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 2(4), 571–579. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6203204>
- Wandi, W., Mardianti, F., Suwarma, I. R., & Liliawati, W. (2023). *Universitas Papua Theory and Practice of Conceptual Understanding in Physics Education : A Literature Review and Bibliometric Analysis of the Recent Decades*. 6(2), 107–117. <https://doi.org/10.37891/kpej.v6i2.483>
- Wartini, N. W. (2021). Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Journal of Education Action Research*, 5(1), 126–132. <https://doi.org/10.23887/jear.v5i1.32255>
- Worachak, S. P., Damnoen, P. S., Hong, D. A. C., & Putri, S. E. (2023). Analysis of Critical Thinking Skills in Problem-Based Learning and Inquiry Learning Models. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(3), 286–299. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v8i3.29442>
- Wulandari, I. P., Purwaningsih, E., & Munfaridah, N. (2024). How Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge is Captured: A Literature Review. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 7(1), 138–150. <https://doi.org/10.37891/kpej.v7i1.531>
- Yakar, Z., & Baykara, H. (2014). Inquiry-Based Laboratory Practices in a Science Teacher Training Program. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(2), 173–183. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1058a>