



**SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: PENDEKATAN
PEMBELAJARAN SCIENCE CAPITAL TERHADAP POTENSI
PENGEMBANGAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA
SEKOLAH DASAR DI INDONESIA**

Winarsih¹, Firmanul Catur Wibowo², Otib Satibi Hidayat³

Universitas Negeri Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

Jl. Rawamangun Muka Raya No.11, Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

E-mail : winarsih@unj.mhs.ac.id¹, fcwibowo@unj.ac.id², otibsatibi@unj.ac.id³

Received: 26 November 2025; **Revised:** 13 Januari 2026; **Accepted:** 26 Februari 2026

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi pendekatan science capital dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar di Indonesia melalui tinjauan sistematis literatur. Metode yang digunakan adalah *systematic literature review* (SLR) dengan protokol PRISMA. Pencarian literatur dilakukan pada *database Google Scholar*, *Scencedirect*, *ERIC*, dan *Scopus*, yang menghasilkan 15 artikel jurnal internasional dan nasional bereputasi yang memenuhi kriteria inklusi. Data dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi pola dan hubungan. Hasil analisis mengungkapkan bahwa pendekatan science capital yang mencakup dimensi literasi sains, modal sosial, sikap ilmiah, dan pengalaman sains berpotensi besar mendorong keterampilan berpikir kritis. Mekanismenya terjadi melalui penciptaan lingkungan belajar yang inklusif dan kontekstual, dimana pembelajaran dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari siswa (seperti isu energi terbarukan), sehingga memicu rasa ingin tahu dan kepercayaan diri untuk bertanya. Pendekatan ini juga memberdayakan suara siswa dan menghadapkan mereka pada masalah otentik yang kompleks, yang memacu proses analisis, evaluasi, dan sintesis informasi. Namun, implementasinya di Indonesia masih terbatas, yang ditandai dengan kurangnya pemahaman guru, terbatasnya bahan ajar yang mengoperasionalkan konsep ini, dan budaya kelas yang berorientasi hafalan. Kesimpulan dari studi ini adalah pendekatan science capital memiliki landasan teoretis dan empiris yang kuat untuk dikembangkan. Oleh karena itu, pengembangan bahan ajar inovatif seperti LKPD berbasis science capital untuk topik spesifik, disertai dengan pelatihan guru, merupakan rekomendasi strategis untuk merealisasikan potensi ini dalam konteks Indonesia.

Kata kunci: *science capital*, berpikir kritis, sekolah dasar, *systematic literature review*, pendidikan sains.

Abstract

This study aims to analyze the potential of the science capital approach in developing the critical thinking skills of elementary school students in Indonesia through a systematic literature review. The method used was a systematic literature review (SLR) following the PRISMA protocol. Literature searches were conducted on Google Scholar, Scencedirect, ERIC, and Scopus databases, resulting in 15 reputable international and national journal articles that met the inclusion criteria. Data were analyzed thematically to identify patterns and relationships. The results reveal that the science capital approach which encompasses dimensions of science literacy, social capital, scientific attitudes, and science experiences—holds significant potential for fostering critical thinking skills. The mechanism occurs through the creation of an inclusive and contextual learning environment, where learning is connected to students' daily lives (such as renewable energy issues), thereby sparking curiosity and

confidence to question. This approach also empowers student voice and exposes them to complex, authentic problems, which spur the processes of analysis, evaluation, and information synthesis. However, its implementation in Indonesia remains limited, characterized by a lack of teacher understanding, a scarcity of teaching materials that operationalize the concept, and a classroom culture oriented toward rote learning. The study concludes that the science capital approach has a strong theoretical and empirical foundation for further development. Therefore, the creation of innovative teaching materials, such as student worksheets based on science capital for specific topics, coupled with teacher training, is a strategic recommendation for realizing this potential in the Indonesian context.

Keywords: *science capital, critical thinking, elementary school, systematic literature review, science education.*

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi pendidikan menuntut peserta didik untuk menguasai berbagai kompetensi. Kumpulan kompetensi ini secara kolektif dikenal sebagai keterampilan belajar abad ke-21 (Silber-Varod et al., 2019). Dalam menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21, konsep 6C semakin populer di kalangan para pendidik (Anugerahwati, 2019). Istilah 6C terdiri dari critical thinking (berpikir kritis), creativity (kreatif), collaboration (kolaborasi), communication (komunikasi), character (karakter), dan citizenship (kewarganegaraan). Kecakapan 6C sangat relevan untuk diintegrasikan dalam pembelajaran abad ke-21. Jika kecakapan 6C dimiliki oleh siswa sekolah dasar akan membentuk generasi yang mampu bersaing di tingkat global pada abad ke-21 (Astuti, 2024). Peningkatan mutu pendidikan merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Siswa juga diharapkan mampu melewati permasalahan abad ke-21 melalui pendidikan. Berbagai keterampilan harus diajarkan kepada mereka agar mereka mampu menciptakan kelangsungan hidup (Dwijayanti et al., 2023). Pada abad ke-21, keterampilan berpikir kritis semakin penting untuk mendukung kesuksesan belajar, meningkatkan kemampuan beradaptasi terhadap tantangan era teknologi 5.0, dan meraih kesuksesan dalam berbagai aspek kehidupan (Yusra et al., 2025).

Keterampilan berpikir kritis ini sangat krusial untuk memecahkan masalah yang kompleks, termasuk isu-isu global. Salah satu isu global yang mendesak saat ini adalah krisis energi dan perubahan iklim. Isu ini secara langsung sudah ditangani oleh PBB dengan meluncurkan SDG's (*Sustainable Development Goals*) khususnya SDG's 7 (Energi Bersih dan Terjangkau). Memperkenalkan konsep energi terbarukan di jenjang sekolah dasar merupakan salah satu langkah strategis untuk membangun kesadaran dan literasi peserta didik sejak dini mengenai kehidupan berkelanjutan. Akan tetapi, hasil PISA 2022 menunjukkan adanya penurunan skor literasi. Kemampuan membaca atau literasi berada di skor 359 dari skor rata-rata dunia 469, matematika dengan skor 366 dari skor rata-rata dunia 358, dan sains dengan skor 383 dari skor rata-rata dunia 384 justru menurun dari tahun 2018 (Putrawangsa & Hasanah, 2022).

Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya literasi sains adalah keterampilan berpikir kritis (Dayelma et al., 2019). Literasi sains tidak dapat dipisahkan dari keterampilan berpikir kritis karena keduanya saling mendukung dalam memahami fenomena ilmiah secara mendalam (Valladares, 2021). Literasi sains dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis karena melibatkan analisis, evaluasi, dan penerapan konsep ilmiah untuk memecahkan masalah. Keterampilan berpikir kritis adalah komponen kunci untuk menjadi terpelajar secara ilmiah, karena memungkinkan individu untuk menganalisis informasi, menarik kesimpulan berdasarkan bukti, dan membuat keputusan yang tepat tentang masalah ilmiah.

Pendidikan sains di sekolah dasar memiliki peran strategis dalam membentuk fondasi literasi sains dan keterampilan berpikir kritis siswa. Namun, berbagai studi menunjukkan

bahwa pembelajaran sains masih sering berpusat pada guru, kurang kontekstual, dan minim dalam melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi. Kurangnya keterkaitan dengan konteks kehidupan siswa menyebabkan pembelajaran sains terasa abstrak dan tidak memacu berkembangnya kemampuan bernalar kritis. Akibatnya, minat terhadap sains menurun dan kemampuan siswa untuk menerapkan ilmu dalam memecahkan masalah nyata pun terbatas (Archer et al., 2015; Fischer et al., 2024). Dalam merespons tantangan ini, kerangka *science capital* yang dikembangkan oleh Louise Archer dan timnya dari University College London (UCL) menawarkan perspektif yang segar dan powerful (Archer et al., 2015). Konsep ini memperluas teori modal Bourdieu dengan mendefinisikan *science capital* sebagai “*set of resources, comprising an individual's scientific literacy, attitudes, values, knowledge, and social contacts related to science*” (DeWitt et al., 2016). Intinya, ini adalah "modal" yang dimiliki seseorang untuk memahami, mengapresiasi, dan terlibat dengan sains.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Konsep *Science Capital*

Science capital adalah konsep yang diperkenalkan oleh Archer et al, (2015) menawarkan perspektif baru dengan menekankan pada pengumpulan modal budaya, sosial, dan simbolik yang memungkinkan seseorang untuk terlibat dengan sains. Meskipun konsep ini telah banyak diteliti di negara barat, penerapannya di Indonesia, khususnya di tingkat SD, masih sangat terbatas (Kontkanen et al., 2025). Tinjauan ini bertujuan untuk memetakan potensi pendekatan *science capital* dalam konteks Indonesia, dengan fokus khusus pada pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa SD.

Konsep modal sains (*science capital*) awalnya dikembangkan dalam proyek penelitian ASPIRES, yang meneliti aspirasi sains dan karier pada remaja usia 10–14 tahun. Konsep ini menjelaskan bagaimana sumber daya yang dimiliki peserta didik, terutama pemahaman dan hubungan keluarga mereka dengan sains yang dapat memengaruhi pilihan pendidikan lanjutan dan karier mereka di masa depan (King et al., 2015). Semakin tinggi *science capital* yang dimiliki oleh generasi muda, maka semakin besar kemungkinan mereka untuk bercita-cita mempelajari sains di masa depan. Mereka juga cenderung setuju bahwa orang lain menganggap mereka sebagai orang yang 'berpikiran ilmiah'. Generasi muda yang memiliki tingkat *science capital* rendah cenderung tidak melihat diri mereka sebagai seseorang yang 'berorientasi sains' sehingga memperkecil kemungkinan untuk bercita-cita mempelajari sains di masa depan. Generasi muda yang tidak melihat sains sebagai hal yang bermakna dan relevan bagi mereka maka akan kesulitan untuk terlibat dengan subjek tersebut (Archer et al., 2017). Menurut Archer et al, (2015), *science capital* terdiri dari beberapa dimensi kunci:

1. Literasi sains (*scientific literacy*): Pengetahuan dan pemahaman tentang konsep-konsep sains
2. Sikap dan disposisi ilmiah (*science-related attitudes and dispositions*): Minat, kepercayaan diri, dan nilai yang diberikan terhadap sains
3. Pengalaman sains (*science experience*): Keterlibatan dengan aktivitas sains baik di dalam maupun luar sekolah
4. Modal sosial sains (*science-related social capital*): Jejaring sosial dengan orang-orang yang terlibat dalam sains

2.2 *Science Capital Teaching Approach* (SCTA)/Pendekatan Pembelajaran *Science Capital*

Science Capital Teaching Approach (SCTA) merupakan pendekatan pedagogis yang dikembangkan untuk mengoperasionalkan konsep *science capital* dalam praktik pembelajaran (Archer et al., 2024). Pendekatan ini bertujuan menciptakan praktik pengajaran sains yang

berkeadilan sosial (*justice-oriented*) dengan membangun dan memanfaatkan science capital yang dimiliki siswa. SCTA terdiri dari tiga komponen utama:

1. Fondasi (*foundation*)
Fondasi ini memperluas “apa” dan “siapa” yang diperhitungkan dalam sains dimulai dari minat dan pengalaman siswa sehari-hari, kemudian menciptakan lingkungan belajar yang inklusif serta mendukung suara dan *student agency*. *Student agency* merupakan kemampuan siswa untuk mengambil inisiatif dan kendali atas pembelajaran mereka sendiri, bukan hanya menjadi penerima pasif
2. Pilar (*pillars*)
Pilar merupakan serangkaian praktik mengajar yang saling terkait yaitu dengan mempersonalisasi dan melokalkan konetn sains, kemudian menggali, menghargai, menghubungkan dan memperluas pengetahuan awal siswa. Terakhir, membangun dimensi-dimensi *science capital* secara eksplisit.

2.3 Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Sains

Pendidikan sains di sekolah dasar Indonesia memikul tanggung jawab ganda, tidak hanya menanamkan literasi sains dasar, tetapi juga membekali peserta didik dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang *indispensable* di abad ke-21, khususnya keterampilan berpikir kritis (Facione, 2015). Keterampilan berpikir kritis, yang meliputi kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan mensintesis informasi untuk membentuk pertimbangan yang logis, merupakan kunci bagi siswa dalam menghadapi banjir informasi dan memecahkan masalah kompleks di masa depan (Ennis, 2015). Keterampilan berpikir kritis didefinisikan sebagai proses intelektual yang terampil dan aktif dalam mengkonseptualisasi, menerapkan, menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi informasi. Dalam konteks pembelajaran sains, mengidentifikasi beberapa indikator keterampilan berpikir kritis, antara lain:

1. Kemampuan menganalisis argumen dan bukti
2. Kemampuan mengevaluasi sumber informasi
3. Kemampuan membuat kesimpulan yang logis
4. Kemampuan memecahkan masalah secara sistematis

2.4 Hubungan Teoritis antara *Science Capital* dan Keterampilan Berpikir Kritis

Kerangka teoretis yang menghubungkan science capital dengan keterampilan berpikir kritis dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme:

1. Teori Konstruktivisme Sosial

Berdasarkan perspektif Vygotsky dalam Danish et al. (2017), pembelajaran yang efektif terjadi ketika pengetahuan baru dikaitkan dengan pengalaman dan pengetahuan awal siswa. Pendekatan *science capital* dengan prinsip *personalising and localising serta eliciting, valuing, linking and extending* sejalan dengan teori ini, dimana keterkaitan dengan konteks kehidupan siswa menciptakan *zone of proximal development* yang optimal untuk pengembangan berpikir kritis.

2. Teori Agensi (*Agency Theory*)

Pendekatan *science capital* memberdayakan siswa sebagai agen pembelajaran melalui dukungan terhadap suara dan agensi siswa (Archer et al., 2017). Pemberdayaan ini menciptakan kondisi psikologis yang kondusif untuk pengembangan berpikir kritis, dimana siswa merasa percaya diri untuk mempertanyakan, menganalisis, dan mengevaluasi berbagai perspektif.

3. Teori Engagement

Menurut Fredricks dan Paris, (2016), *engagement* mencakup aspek behavioral, emosional, dan kognitif. Pendekatan *science capital* terbukti meningkatkan ketiga aspek *engagement* (Archer et al., 2017), yang merupakan prasyarat bagi

berkembangnya keterampilan berpikir kritis. Siswa yang terlibat secara emosional dan kognitif akan lebih termotivasi untuk berpikir kritis terhadap materi pembelajaran.

2.5 Kerangka Konseptual Integratif

Berdasarkan teori-teori di atas, dapat dibangun kerangka konseptual yang menghubungkan *science capital* dengan keterampilan berpikir kritis:



Gambar 1. Kerangka konseptual integratif

Lingkungan belajar yang diciptakan melalui pendekatan pembelajaran *science capital* memfasilitasi berkembangnya keterampilan berpikir kritis melalui:

1. Relevansi kontekstual
Materi pembelajaran yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari memicu rasa ingin tahu dan kebutuhan untuk berpikir kritis.
2. Keamanan psikologis
Lingkungan inklusif yang menghargai berbagai suara memberikan keberanian untuk mengekspresikan pemikiran kritis.
3. Masalah otentik
Penggunaan masalah otentik dan kompleks (seperti isu energi terbarukan) memacu proses analisis dan evaluasi yang merupakan indikator keterampilan berpikir kritis.

Dengan demikian, pendekatan *science capital* tidak hanya berpotensi meningkatkan *engagement* dan identitas sains siswa, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang esensial di abad ke-21.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain dan Protokol Pencarian

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis temuan-temuan penelitian yang relevan secara sistematis dan transparan (Page et al., 2021). Pencarian literatur dilakukan terhadap jurnal yang terbit dalam rentang waktu 10 tahun terakhir dengan memanfaatkan database elektronik terkemuka, yaitu Google Scholar, Scimedirect, ERIC, dan Scopus, dengan kata kunci: "*science capital*", "*critical thinking*", "*elementary education*", dan "Indonesia".

3.2 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

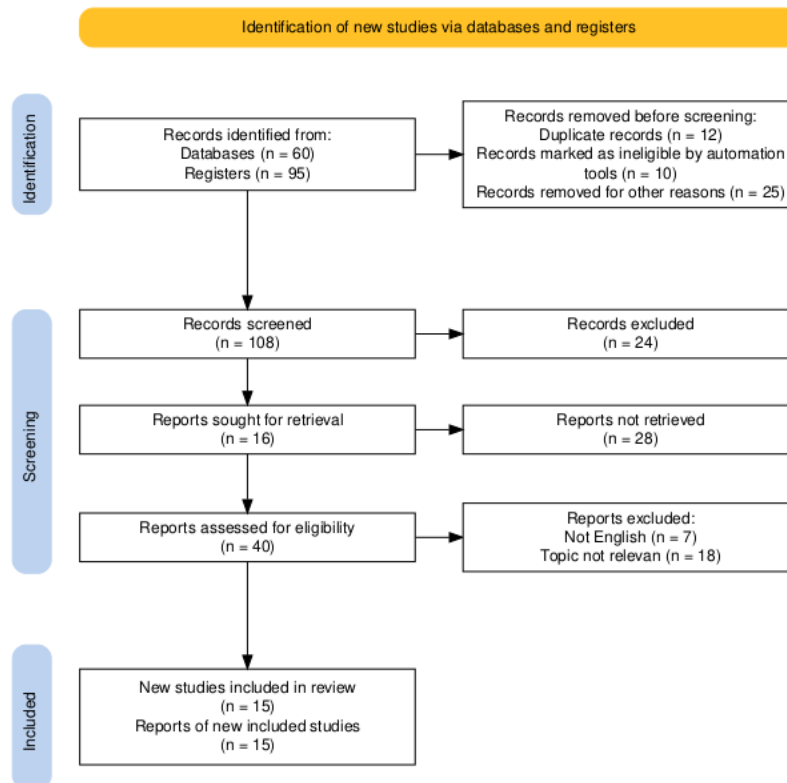
Kriteria untuk menentukan kelayakan suatu studi dirumuskan menggunakan kerangka PICOS(Azril et al., 2021):

1. Population (peserta)
Siswa sekolah dasar/pendidikan dasar, guru, atau konteks pembelajaran di tingkat dasar atau menengah
2. Intervention (intervensi)
Penerapan pendekatan, pedagogi, atau intervensi yang berbasis pada konsep *science capital*.
3. Comparator (pembanding)
Pembelajaran konvensional atau pendekatan lain.
4. Outcome (hasil)
Dampak pada keterampilan berpikir kritis, hasil belajar kognitif, atau variabel lain yang terkait dengan kemampuan analisis dan evaluasi.
5. Study Design (desain studi)
Artikel penelitian empiris (kuantitatif, kualitatif, campuran), tinjauan literatur, atau artikel konseptual yang diterbitkan dalam jurnal internasional bereputasi.

Studi yang berfokus pada pendidikan tinggi, serta artikel yang tidak tersedia dalam teks lengkap atau tidak berbahasa Inggris, dieksklusi.

3.3 Proses Seleksi dan Ekstraksi Data

Proses seleksi dilakukan dalam dua tahap. Pertama, peneliti menyaring judul dan abstrak dari semua artikel yang ditemukan berdasarkan kriteria inklusi. Kedua, teks lengkap artikel yang lolos tahap pertama diperiksa secara mendalam. Proses ini direpresentasikan dalam Diagram PRISMA berikut:



Gambar 2. Tahap seleksi

Dari proses tersebut, 15 artikel jurnal terpilih sebagai basis analisis utama. Data dari studi-studi ini diekstraksi ke dalam template yang telah disiapkan, mencakup informasi: judul, penulis, tahun, fokus kajian, hasil utama, dan keterkaitan dengan keterampilan berpikir kritis.

Berdasarkan alur seleksi yang digambarkan pada tabel PRISMA, seluruh tahapan identifikasi hingga penentuan kelayakan artikel menunjukkan proses penyaringan yang ketat dan sistematis. Dari sekian banyak artikel yang terjaring pada tahap awal penelusuran, sejumlah artikel dieliminasi karena duplikasi, tidak sesuai dengan fokus kajian, atau tidak memenuhi kriteria inklusi yang telah ditetapkan.

No	Judul	Penulis	Tahun	Fokus Penelitian	Hasil	Kaitan Dengan Keterampilan Berpikir Kritis
1.	Applying the principles of culturally sustaining pedagogy to a model for justice-oriented school science pedagogy in England: the science capital teaching approach	Louise Archer, Heather King, Spela Godec, Meghna Nag Chowdhuri	2024	Mengembangkan dan menganalisis pendekatan pedagogi "science capital" yang berorientasi keadilan sosial untuk mengatasi ketidaksetaraan dalam pendidikan sains.	Pendekatan Science Capital Teaching Approach (P/SCTA) terbukti selaras dengan prinsip-prinsip pedagogi berorientasi keadilan.	Pendekatan ini secara langsung melatih keterampilan berpikir kritis dengan mendorong guru dan siswa untuk merefleksikan dan menantang asumsi, norma, serta struktur kekuasaan yang mendominasi di kelas sains.
2.	Dimensions of science capital: exploring its potential for understanding students' science participation	Jennifer DeWitt, Louise Archer, Ada Mau	2016	Mengembangkan konsep dan alat ukur "science capital" untuk memahami partisipasi siswa dalam sains, serta mengeksplorasi dimensi-dimensi kuncinya.	Dimensi kunci <i>science capital</i> yang paling berpengaruh adalah literasi sains, persepsi tentang transferabilitas dan utilitas sains, serta pengaruh keluarga.	Konsep <i>science capital</i> , khususnya dimensi "literasi sains" yang diukur melalui item "saya tahu bagaimana menggunakan bukti ilmiah untuk membuat argumen", secara langsung terkait dengan keterampilan berpikir kritis.
3.	Evaluating a complex and sustained STEM engagement programme through the lens of science capital: insights from Northeast England	Annie Padwick, Opeyemi Dele-Ajayi, Carol Davenport, Rebecca Strachan	2023	Mengevaluasi efektivitas program keterlibatan STEM yang kompleks dan berkelanjutan untuk membangun science capital pada siswa usia 11–15 tahun	Hasil evaluasi proses mengungkapkan bahwa "dosis" intervensi yang diterima siswa terlalu rendah, penyerapan kegiatan oleh sekolah tidak merata, dan model evaluasi kuantitatif saja tidak cukup untuk menangkap kompleksitas program dunia nyata.	Penelitian ini sendiri merupakan sebuah penerapan dari berpikir kritis, karena peneliti secara kritis mengevaluasi metodologi, dan menantang asumsi
4.	Fostering critical teacher agency: the impact of a science capital pedagogical approach	Heather King & Effrosyni Nomikou	2017	Meneliti dampak pendekatan pedagogi <i>science capital</i> terhadap pengembangan <i>critical teacher agency</i> (keagenan guru kritis)	Pendekatan <i>science capital</i> berhasil meningkatkan keagenan guru, yang terlihat melalui peningkatan tujuan mengajar	Penelitian ini mengaitkan keagenan guru dengan refleksi kritis — kemampuan guru untuk mempertanyakan praktik mengajar, kurikulum, dan norma sekolah, serta merancang pembelajaran

No	Judul	Penulis	Tahun	Fokus Penelitian	Hasil	Kaitan Dengan Keterampilan Berpikir Kritis
					berorientasi keadilan sosial, dan penguasaan pedagogi.	yang relevan dengan kehidupan siswa. Hal ini sejalan dengan keterampilan berpikir kritis yang meliputi analisis, evaluasi, dan pengambilan keputusan berbasis nilai keadilan.
5.	Investigating sustainability education in the science capital teaching approach: Competence development and pillar considerations	Andreas Fischer, Sari Havu-Nuutinen, Sini Kontkanen, Ella Suortti	2024	Menyelidiki sejauh mana pendekatan pedagogi <i>science capital</i> mendukung pengembangan 12 kompetensi keberlanjutan (GreenComp) dan mengintegrasikan tiga pilar keberlanjutan (lingkungan, sosial, ekonomi) dalam pendidikan sains.	Pendekatan <i>Science capital</i> secara konsisten mendukung semua kompetensi keberlanjutan, dengan penekanan kuat pada pemikiran kritis, sistem, dan eksploratif, serta kesadaran alam.	Penelitian ini secara eksplisit mengidentifikasi <i>critical thinking</i> sebagai salah satu kompetensi keberlanjutan yang paling sering muncul dalam pendekatan <i>science capital</i> . Keterampilan ini terintegrasi melalui aktivitas berbasis penelitian, analisis, evaluasi, dan refleksi.
6.	Killing curiosity? An analysis of celebrated identity performances among teachers and students in nine London secondary science classrooms	Louise Archer, Emily Dawson, Jennifer DeWitt, Spela Godec, Heather King, Ada Mau, Effrosyni Nomikou, Amy Seakins	2017	Mengidentifikasi dan menganalisis kinerja identitas yang dirayakan (<i>celebrated identity performances</i>) dalam kelas sains.	Ada tiga kinerja identitas yang seringkali membatasi ruang bagi siswa untuk mengekspresikan identitas sains mereka secara otentik dan berpartisipasi penuh.	Lingkungan kelas yang didominasi oleh "pembelajaran kotak centang" dan "kepatuhan perilaku" justru menghambat pengembangan keterampilan berpikir kritis. Pendekatan ini memprioritaskan hafalan dan jawaban benar-salah, bukan pertanyaan mendalam, rasa ingin tahu, atau pemecahan masalah.
7.	"Science Capital": A Conceptual, Methodological, and Empirical Argument for Extending Bourdieusian Notions of Capital Beyond the Arts	Louise Archer, Emily Dawson, Jennifer DeWitt, Amy Seakins, dan Billy Wong	2015	Mengembangkan konsep "science capital" (modal sains) sebagai perluasan dari teori modal Bourdieu, serta mengukur dan menganalisis distribusinya di kalangan siswa sekolah menengah di Inggris.	Hanya 5% siswa memiliki modal sains tinggi, sedangkan 27% memiliki modal sains rendah. Modal sains terkait erat dengan modal budaya, gender, etnis, dan kelompok belajar (set). Siswa dengan modal sains tinggi cenderung memiliki aspirasi karir sains, identitas sains yang kuat, dan efikasi diri yang lebih	<i>Science capital</i> mencakup kemampuan menggunakan bukti ilmiah, berpikir analitis, dan memahami proses sains — yang merupakan elemen kunci dalam keterampilan berpikir kritis. Siswa dengan modal sains tinggi lebih terampil dalam membuat argumen berbasis bukti dan berpikir kritis dalam konteks sains.

No	Judul	Penulis	Tahun	Fokus Penelitian	Hasil	Kaitan Dengan Keterampilan Berpikir Kritis
8.	Teachers' Understanding and Operationalisation of 'Science Capital'	Heather King, Effrosyni Nomikou, Louise Archer, Elaine Regan	2015	Meneliti bagaimana guru sains memahami konsep <i>science capital</i> dan mengoperasionalkannya dalam praktik mengajar mereka melalui program pengembangan profesional.	tinggi. Guru memahami dan menerima konsep <i>science capital</i> , tetapi penerapannya dalam pembelajaran bervariasi.	Penguatan <i>science capital</i> —terutama melalui diskusi, eksplorasi objek, dan penghubungan sains dengan kehidupan sehari-hari—dapat mendorong siswa untuk bertanya, menganalisis, dan berargumen secara kritis, yang merupakan inti dari keterampilan berpikir kritis.
9.	Science capital as a lens for studying science aspirations – a systematic review	Sini Kontkanen, Teija Koskela, Oksana Kanerva, Sirpa Kärkkäinen, Katariina Waltzer, Mirjamajja Mikkilä-Erdmann, & Sari Havu-Nuutinen	2025	Menganalisis bagaimana modal sains (<i>science capital</i>) dipelajari, dikontekskan, dan ditemukan dalam penelitian, serta mengidentifikasi celah dalam literatur	Modal sains banyak diteliti di Eropa, terutama pada pendidikan menengah, dengan fokus pada modal sosial dan identitas sains. Dimensi modal sains (modal budaya, sosial, perilaku, dan rasa diri terkait sains) saling terkait dan memengaruhi aspirasi sains.	Penelitian ini mendorong pemikiran kritis dengan mengkritisi koherensi konseptual modal sains dan menekankan perlunya pendekatan yang lebih inklusif dan kontekstual. Hasilnya mengajak pendidik dan pembuat kebijakan untuk berpikir kritis tentang bagaimana struktur pendidikan dapat memperkuat atau melemahkan modal sains siswa, terutama dari kelompok yang kurang terwakili.
10.	Measuring science capital, science attitudes, and science experiences in elementary and middle school students	M.G. Jones, K. Chesnutt, M. Ennes, D. Macher, M. Paechter	2022	Mengembangkan dan memvalidasi instrumen survei <i>NextGen Scientist Survey</i> untuk mengukur modal sains, sikap, dan pengalaman sains pada siswa sekolah dasar dan menengah.	Survei ini terbukti valid dan andal dengan struktur 5 faktor. Instrumen ini mendukung pengukuran yang setara (<i>measurement invariance</i>) antar kelompok usia (sekolah dasar dan menengah) dan gender, sehingga memungkinkan perbandingan yang bermakna.	Survei ini mendorong refleksi kritis siswa tentang kemampuan, nilai, dan pengalaman sains mereka. Dengan memahami faktor-faktor yang memengaruhi aspirasi sains, pendidik dapat merancang intervensi yang lebih kritis dan tepat sasaran untuk mendorong keterlibatan siswa dalam sains.
11.	Promoting First Nations science capital: reimagining a more inclusive	Grant Cooper, Al Fricker, Annette Gough	2024	Mengkaji secara kritis integrasi perspektif Sains First Nations dalam Kurikulum Sains	Kurikulum masih bersifat Eurosentris dan menempatkan perspektif First Nations hanya	Mendorong pendidik dan siswa untuk berpikir kritis tentang sifat universal sains, bias budaya dalam

No	Judul	Penulis	Tahun	Fokus Penelitian	Hasil	Kaitan Dengan Keterampilan Berpikir Kritis
	curriculum			Australia Versi 9 dan mengusulkan kurikulum yang lebih inklusif melalui pendekatan modal sains (<i>science capital</i>).	sebagai opsi (elaborations), bukan sebagai elemen inti. Penelitian mengusulkan transformasi kurikulum yang lebih luwes, berbasis lokal	kurikulum, dan hierarki pengetahuan serta memahami sains sebagai konstruksi sosial-budaya.
13.	Enhancing Primary School Students' Critical Thinking Skills through the Integration of Inquiry-Based STEM Approach on Teaching Electricity in Science Learning	M Amin, Y Rahmawati, A Sudrajat, A Mardiah	2022	Meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar melalui pendekatan STEM berbasis inkuiri pada topik listrik dalam pembelajaran sains	Pembelajaran STEM berbasis inkuiri terbukti efektif meningkatkan lima aspek berpikir kritis:	Pendekatan ini melatih siswa untuk mengeksplorasi masalah, menganalisis informasi, menghubungkan konsep, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti, yang merupakan inti dari berpikir kritis.
14.	Enhancing Critical Thinking Skills of Elementary School Students through Collaborative Learning	Sie Wai Chew, Xuan-Yang Huang, Fu-Hui Hsu, Nian-Shing Chen	2020	Meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar melalui pembelajaran kolaboratif dengan menggunakan aplikasi Explain Everything Collaborate untuk memfasilitasi kerja sama real-time.	Siswa yang belajar secara kolaboratif menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan dalam keterampilan berpikir kritis dibandingkan dengan siswa yang belajar secara individu.	Pembelajaran kolaboratif memungkinkan siswa mempertimbangkan berbagai perspektif, mengevaluasi kembali jawaban, dan berargumentasi dengan teman sebayanya, sehingga mendukung pengembangan keterampilan interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan regulasi diri.
15.	Development of Problem Based Learning Oriented Student Worksheets in Improving Students' Critical Thinking Skills	Nurhaedah Ahmadiyah, Bunga Dara Amin, S Salmiah Sari	2023	Mengembangkan Lembar Kerja Siswa (LKS) berorientasi Problem Based Learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa	LKS yang dikembangkan dinyatakan valid, mendapat respons sangat baik dari guru, dan efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan peningkatan kategori sedang (N-gain 0.51).	LKS PBL dirancang untuk melatih indikator berpikir kritis seperti memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, mengelola strategi, memberikan penjelasan lanjutan, dan menyimpulkan melalui proses pemecahan masalah kontekstual.

3.4 Analisis Data

Data yang telah diekstraksi kemudian dianalisis menggunakan analisis tematik seperti yang dikemukakan oleh Braun dan Clarke (2008). Prosesnya meliputi:

1. Familiarisasi: Membaca secara berulang dan mendalam terhadap seluruh artikel.

2. Pembuatan kode awal: Menandai bagian-bagian teks yang relevan dengan pertanyaan penelitian.
3. Pencarian tema: Mengelompokkan kode-kode yang serupa menjadi tema-tema potensial.
4. Peninjauan tema: Memeriksa kesesuaian tema dengan keseluruhan data dan menyempurnakannya.
5. Pendefinisian dan pemberian nama tema: Menghasilkan seperangkat tema koheren yang menjawab pertanyaan penelitian.
6. Produksi laporan: Menyajikan sintesis temuan dalam sebuah narasi yang terstruktur.

IV. PEMBAHASAN

Artikel-artikel dalam sintesis ini secara kolektif menggambarkan sebuah lanskap penelitian yang dinamis, yang berfokus pada merancang dan mengimplementasikan berbagai pendekatan pedagogis untuk membangun *science capital* (modal sains) dan keterampilan berpikir kritis siswa. Sintesis artikel ini tidak hanya memberikan gambaran teoretis yang kuat, tetapi juga menawarkan analisis yang sangat relevan untuk menganalisis dan mereformasi pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di Sekolah Dasar (SD) Indonesia. Alur dari perancangan hingga implementasi dan evaluasi hasil dapat dipetakan secara rinci sebagai berikut.

4.1 Tahap Perencanaan/Perancangan: Menjawab Tantangan Kontekstual Pendidikan IPA SD Indonesia

Tahap perencanaan dalam penelitian-penelitian ini ditandai dengan pembangunan kerangka kerja yang kokoh yang berakar pada teori sosiologi Bourdieu tentang modal dan teori pedagogi kritis. Perancangan konseptual "*science capital*" merupakan fondasi dari banyak penelitian. Konsep ini dirancang sebagai "perluasan dari teori modal Bourdieu" untuk memahami partisipasi dan engagement siswa dalam sains (Archer et al., 2015). Dimensi kuncinya, yang meliputi literasi sains, pengetahuan tentang transferabilitas sains, dan pengaruh keluarga, dipandang sebagai alat konseptual untuk mendekonstruksi ketidaksetaraan dalam pendidikan sains (DeWitt et al., 2016). Berdasarkan konsep ini, pendekatan pedagogis spesifik kemudian dirancang. Misalnya, *Science Capital Teaching Approach* (P/SCTA) dirancang dengan secara sengaja "memadukan teori Bourdieu dan prinsip-prinsip *Culturally Sustaining Pedagogy*" untuk menciptakan pedagogi sains yang berorientasi pada keadilan sosial (Archer et al., 2024). Perancangannya bertujuan untuk mengatasi ketidaksetaraan dengan mengintegrasikan kehidupan dan budaya siswa ke dalam pembelajaran. *Science Capital Teaching Approach* (P/SCTA) yang memadukan prinsip keadilan sosial dan budaya (Archer et al., 2024) juga sangat kontekstual. Indonesia adalah bangsa yang sangat majemuk. Pendekatan pedagogi yang "berorientasi keadilan sosial untuk mengatasi ketidaksetaraan" sangat dibutuhkan untuk memastikan bahwa siswa dari semua latar belakang budaya, geografis, dan sosial-ekonomi dapat mengakses dan merasa menjadi bagian dari sains. Hal ini sejalan dengan upaya penguatan profil Pelajar Pancasila, khususnya dimensi berkebhinekaan global.

Tahap perencanaan sangat selaras dengan kebutuhan untuk merancang pembelajaran IPA yang bermakna dan relevan bagi siswa Indonesia. Konsep "*science capital*" (modal sains) yang dirancang sebagai kerangka untuk memahami partisipasi siswa (Archer et al., 2015; DeWitt et al., 2016) merupakan alat yang tepat untuk menganalisis mengapa banyak siswa Indonesia, terutama dari daerah tertinggal atau latar belakang ekonomi lemah, merasa terasingkan dari sains. Pembelajaran IPA di banyak SD Indonesia masih sering terbatas pada hafalan fakta dari buku teks, yang hanya membangun sebagian kecil dari modal sains, yaitu pengetahuan deklaratif. Sementara dimensi lain seperti "pengetahuan tentang transferabilitas

sains di dunia kerja atau melibatkan modal sosial sains siswa" justru sering diabaikan (King et al., 2015). Dengan demikian, merancang pembelajaran yang secara sengaja membangun semua dimensi modal sains termasuk keterkaitannya dengan kehidupan sehari-hari, karier lokal, dan dukungan keluarga adalah sebuah keharusan.

Di sisi lain, pendekatan seperti STEM berbasis inkuiri dan PBL (Ahmadiyah et al., 2023; Amin et al., 2022) secara langsung menjawab kekurangan dalam praktik pembelajaran IPA di SD Indonesia yang sering kali kurang memberikan kesempatan bagi siswa untuk "mengeksplorasi masalah, menganalisis informasi, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti". Kurikulum Merdeka sebenarnya telah menggalakkan hal ini, namun implementasinya di lapangan masih membutuhkan contoh perancangan yang konkret seperti yang diteliti oleh jurnal-jurnal ini. Selain itu, tahap perancangan juga mencakup pengembangan instrumen. Jones et al. (2022) secara khusus merancang dan memvalidasi *NextGen Scientist Survey*, sebuah instrumen yang "terbukti valid dan andal dengan struktur 5 faktor" untuk mengukur modal sains, sikap, dan pengalaman sains siswa, sehingga memungkinkan pengukuran yang setara antar kelompok.

4.2 Tahap Implementasi: Mengatasi Kendala Nyata di Kelas Indonesia

Tahap implementasi merupakan kerangka konseptual yang telah dirancang dan dioperasionalkan ke dalam praktik kelas yang konkret. Implementasi P/SCTA, misalnya, menekankan pada praktik yang "secara langsung melatih keterampilan berpikir kritis dengan mendorong guru dan siswa untuk merefleksikan dan menantang asumsi, norma, serta struktur kekuasaan yang mendominasi di kelas sains" (Archer et al., 2024). Ini adalah implementasi dari pedagogi reflektif dan kritis.

Implementasi yang berhasil sangat bergantung pada keagenan guru (*teacher agency*). King & Nomikou (2018) menemukan bahwa implementasi pendekatan *science capital* berhasil "meningkatkan keagenan guru, yang terlihat melalui peningkatan tujuan mengajar berorientasi keadilan sosial, penguasaan pedagogi, reflektivitas, dan otonomi". Guru yang memiliki keagenan kritis mampu mengadaptasi kurikulum dan menciptakan ruang bagi siswa untuk terlibat secara kritis. Sebaliknya, implementasi dapat terhambat oleh "budaya performativitas sekolah dan perilaku siswa yang menantang". Temuan mengenai keagenan guru (*teacher agency*) adalah kunci sukses. Guru di Indonesia sering kali dihadapkan pada beban administratif dan "budaya performativitas" yang tinggi, seperti mengejar nilai ujian nasional (sebelum dihapus) atau target kelulusan. Kondisi ini, yang juga diidentifikasi sebagai faktor penghambat dalam penelitian (King & Nomikou, 2018), dapat mematikan kreativitas dan keagenan guru untuk menerapkan pedagogi yang inovatif dan kritis. Oleh karena itu, implementasi pendekatan baru memerlukan tidak hanya pelatihan, tetapi juga dukungan sekolah yang nyata untuk menciptakan ruang aman bagi guru bereksperimen.

Strategi implementasi lain yang terbukti efektif adalah pembelajaran kolaboratif. Chew et al. (2020) mengimplementasikan pembelajaran kolaboratif dengan aplikasi digital yaitu *Explain Everything Collaborate* dan menemukan bahwa hal ini memungkinkan siswa mempertimbangkan berbagai perspektif, mengevaluasi kembali jawaban, dan berargumen dengan teman sebaya. Interaksi sosial dalam kolaborasi ini memicu proses berpikir kritis. Implementasi pembelajaran kolaboratif sangat sesuai dengan model pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka yang menekankan pada proyek kolaboratif. Aplikasi digital yang digunakan dalam penelitian tersebut mungkin tidak selalu terjangkau, namun prinsipnya tentang menciptakan interaksi yang memungkinkan siswa "mempertimbangkan berbagai perspektif dan berargumen dengan teman sebaya" dapat diadaptasi dengan alat yang lebih sederhana. Ini melatih keterampilan sosial dan berpikir kritis yang sangat dibutuhkan.

Namun, implementasi tidak selalu mulus. Evaluasi terhadap sebuah program STEM yang kompleks oleh Padwick et al. (2023) mengungkapkan tantangan implementasi, dimana dosis intervensi yang diterima siswa terlalu rendah, penyerapan kegiatan oleh sekolah tidak merata, dan model evaluasi kuantitatif saja tidak cukup untuk menangkap kompleksitas program dunia nyata. Temuan ini menyoroti pentingnya mempertimbangkan faktor kontekstual dan kesiapan sekolah dalam implementasi. Evaluasi ini harus menjadi bahan refleksi bagi banyak program intervensi pemerintah atau NGO di Indonesia. Kegagalan program karena dosis intervensi yang diterima siswa terlalu rendah dan penyerapan oleh sekolah tidak merata adalah fenomena yang umum. Ini menegaskan bahwa implementasi tidak bisa sekadar "sorong program" tanpa mempertimbangkan kapasitas sekolah, komitmen guru, dan konteks lokal. Pendekatan evaluasi yang hanya kuantitatif juga perlu dilengkapi dengan pendekatan kualitatif untuk memahami "kompleksitas program dunia nyata".

4.3 Hasil Akhir dan Evaluasi: Peluang untuk Transformasi Pembelajaran IPA SD

Hasil akhir dari implementasi berbagai pendekatan ini dievaluasi baik dari segi dampak pada siswa maupun guru, serta kelebihan dan kekurangan dari desain itu sendiri. Dampak pada keterampilan berpikir kritis siswa tampak jelas. Pendekatan inkuiri dan PBL terbukti efektif meningkatkan lima aspek berpikir kritis (Amin et al., 2022) dan keterampilan berpikir kritis siswa dengan peningkatan kategori sedang (N-gain 0.51)" (Ahmadiyah et al., 2023). Hasil ini menunjukkan bahwa upaya menerapkan pembelajaran yang berpusat pada siswa dan berbasis masalah bukanlah sebuah kemewahan, melainkan sebuah keharusan yang terbukti efektif. Pengembangan LKS berbasis PBL yang dilakukan Ahmadiyah et al. (2023) adalah contoh nyata yang dapat diadopsi dan diadaptasi oleh pengembang bahan ajar dan guru di Indonesia.

Sementara itu, dimensi *science capital* seperti "literasi sains... secara langsung terkait dengan keterampilan berpikir kritis" karena mensyaratkan evaluasi bukti, penalaran logis, dan konstruksi argumen yang valid (DeWitt et al., 2016). Siswa dengan modal sains tinggi juga dilaporkan lebih terampil dalam membuat argumen berbasis bukti dan berpikir kritis (Archer et al., 2015). Dampak pada guru dan kurikulum juga signifikan. Pendekatan ini tidak hanya untuk siswa, tetapi juga membentuk guru menjadi praktisi yang reflektif. Lebih jauh, kerangka *science capital* digunakan sebagai lensa kritis untuk mengkaji secara kritis integrasi perspektif *Sains First Nations* dan mengusulkan kurikulum yang lebih inklusif (Cooper et al., 2024), mendorong semua pihak untuk berpikir kritis tentang sifat universal sains, bias budaya dalam kurikulum, dan hierarki pengetahuan. Lebih mendalam lagi, penggunaan kerangka *science capital* sebagai lensa kritik terhadap kurikulum membuka pintu untuk melakukan hal yang sama di Indonesia. Seberapa seringkah kurikulum IPA kita bersifat "urban-sentris"? Bagaimana kita dapat mengintegrasikan *science capital* dari komunitas lokal, seperti kearifan tradisional dalam bercocok tanam, mengolah sumber daya alam, atau pengetahuan tentang herbal, ke dalam pembelajaran IPA inti? Usulan Cooper et al. (2024) untuk kurikulum yang "lebih luwes, berbasis lokal, dan dikembangkan bersama komunitas" sangat selaras dengan semangat muatan lokal dan kekhasan daerah dalam Kurikulum Merdeka. Ini akan melatih siswa untuk "mengevaluasi berbagai sistem pengetahuan", sebuah keterampilan berpikir kritis tingkat tinggi.

Evaluasi terhadap keefektifan dan kelengkapan desain menjadi bahan refleksi untuk perbaikan ke depan. Fischer et al. (2024) menemukan bahwa meskipun pendekatan *science capital* secara konsisten mendukung semua kompetensi keberlanjutan, desainnya masih memiliki kelemahan karena "distribusinya tidak merata di seluruh modul, dan pilar ekonomi serta kompetensi *political agency* kurang terwakili". Demikian pula, tinjauan sistematis oleh Kontkanen et al. (2025) mengkritisi keterkaitan konsep *science capital* dan mengidentifikasi celah dalam literatur, seperti terbatasnya penelitian pada "konteks pendidikan formal dan

kurang mencakup pendidikan dasar, vokasi, atau kelompok berkebutuhan khusus". Temuan ini memberikan peta jalan untuk penyempurnaan desain dan ruang lingkup penelitian di masa depan.

V. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, alur dari perancangan hingga implementasi yang dijelaskan dalam kumpulan jurnal ini menunjukkan sebuah pendekatan yang sistematis dan reflektif. Perancangan yang berlandaskan teori kuat (Bourdieu, pedagogi kritis) diimplementasikan melalui strategi yang menekankan refleksi, kolaborasi, dan keagenan. Hasilnya, pendekatan *science capital* tidak hanya terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa yang merupakan tujuan utama— etapi juga memberdayakan guru dan membuka ruang untuk kritik terhadap struktur pendidikan yang ada terutama di Indonesia. Evaluasi yang kritis terhadap proses implementasi dan hasil akhirnya justru memperkaya bidang ini dengan memberikan wawasan tentang kompleksitas perubahan pendidikan dan area yang perlu mendapat perhatian lebih dalam perancangan di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Dr. Firmanul Catur Wibowo, M.Pd dan Prof. Otib Satibi Hidayat, M.Pd. atas bimbingan dan dorongan yang berharga selama penyusunan artikel ini. Apresiasi juga diberikan kepada Lembaga Pengelola dan Pendidikan (LPDP) di bawah Kementerian Keuangan Republik Indonesia atas pemberian beasiswa dan dukungan yang memadai. Terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Semoga kebaikan yang telah diberikan dibalas dengan berlipat ganda.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadiyah, N., Amin, B. D., & Sari, S. S. (2023). *Development of Problem Based Learning Oriented Student Worksheets in Improving Students ' Critical Thinking Skills*. 9(2), 959–964. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i2.2828>
- Amin, M., Rahmawati, Y., Sudrajat, A., & Mardiah, A. (2022). *Enhancing Primary School Students ' Critical Thinking Skills through the Integration of Inquiry-Based STEM Approach on Teaching Electricity in Science Learning*. 2377(Snf), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2377/1/012090>
- Anugerahwati, M. (2019). Integrating the 6Cs of the 21st Century Education into the English Lesson and the School Literacy Movement in Secondary Schools. *KnE Social Sciences*, 3(10), 165. <https://doi.org/10.18502/kss.v3i10.3898>
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E., & Seakins, A. (2017). Killing curiosity? An analysis of celebrated identity performances among teachers and students in nine London secondary science classrooms. *Science Education*, 101(5), 741–764. <https://doi.org/10.1002/sce.21291>
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). “Science capital”: A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922–948. <https://doi.org/10.1002/tea.21227>
- Archer, L., King, H., Godec, S., & Chowdhuri, M. N. (2024). Applying the principles of culturally sustaining pedagogy to a model for justice-oriented school science pedagogy in England: the science capital teaching approach. *London Review of Education* , 22(1 Special issue), 1–14. <https://doi.org/10.14324/LRE.22.1.07>
- Astuti, M. L. (2024). The Role of 6C Skills in 21st Century Learning of Elementary School Students. *Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar Volume*, 7(2), 154–161.
- Azril, H., Shaffril, M., & Farid, S. (2021). The ABC of systematic literature review : the basic

- methodological guidance for beginners. *Quality & Quantity*, 1319–1346. <https://doi.org/10.1007/s11135-020-01059-6>
- Braun, V., & Clarke, V. (2008). *Using thematic analysis in psychology Using thematic analysis in psychology*. 0887(2006). <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Chew, S. W., Huang, X. Y., Hsu, F. H., & Chen, N. S. (2020). Enhancing critical thinking skills of elementary school students through collaborative learning. *Proceedings - IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2020*, 249–253. <https://doi.org/10.1109/ICALT49669.2020.00082>
- Cooper, G., Fricker, A., & Gough, A. (2024). Promoting First Nations science capital: reimagining a more inclusive curriculum. *International Journal of Science Education*, 0693, 1–14. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2354077>
- Danish, J., Saleh, A., Andrade, A., & Bryan, B. (2017). Observing complex systems thinking in the zone of proximal development. *Instructional Science*, 45(1), 5–24. <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9391-z>
- Dayelma, Y., Octarya, Z., & Refelita, F. (2019). Hubungan Literasi Sains Dengan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Ikatan Kimia. *JEDCHEM (Journal Education and Chemistry)*, 1(2), 72–78. <http://ejournal.uniks.ac.id/index.php/JEDCHEM/article/view/180>
- DeWitt, J., Archer, L., & Mau, A. (2016). Dimensions of science capital: exploring its potential for understanding students' science participation. *International Journal of Science Education*, 38(16), 2431–2449. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1248520>
- Dwijayanti, R., Soesilowati, E., & Handayati, P. (2023). The Effectiveness of Student's Worksheet Based On 21st Century Learning Skills to Improve Critical Thinking Skills. *Studies in Learning and Teaching*, 3(3), 163–169. <https://doi.org/10.46627/silet.v3i3.111>
- Ennis, R. H. (2015). *Critical thinking: A streamlined conception*. In *The Palgrave handbook of critical thinking in higher education* (pp. 31-47).
- Facione, P. A. (2015). Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. *Insight Assessment*, 5(1), 1–30. www.insightassessment.com
- Fischer, A., Havu-Nuutinen, S., Kontkanen, S., & Suortti, E. (2024). Investigating sustainability education in the science capital teaching approach: Competence development and pillar considerations. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 20(4), e2418. <https://doi.org/10.29333/ijese/15038>
- Fredricks, J. A., & Paris, A. H. (2016). *School Engagement : Potential of the Concept , State of the Evidence*. 74(1), 59–109.
- Jones, M. G., Chesnutt, K., Ennes, M., Macher, D., & Paechter, M. (2022). Measuring science capital, science attitudes, and science experiences in elementary and middle school students. *Studies in Educational Evaluation*, 74(July 2021), 101180. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101180>
- King, H., & Nomikou, E. (2018). Fostering critical teacher agency: the impact of a science capital pedagogical approach. *Pedagogy, Culture and Society*, 26(1), 87–103. <https://doi.org/10.1080/14681366.2017.1353539>
- King, H., Nomikou, E., Archer, L., & Regan, E. (2015). Teachers' Understanding and Operationalisation of 'Science Capital.' *International Journal of Science Education*, 37(18), 2987–3014. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1119331>
- Kontkanen, S., Koskela, T., Kanerva, O., Kärkkäinen, S., Waltzer, K., Mikkilä-Erdmann, M., & Havu-Nuutinen, S. (2025). Science capital as a lens for studying science aspirations—a systematic review. *Studies in Science Education*, 61(1), 89–115. <https://doi.org/10.1080/03057267.2024.2388931>
- Padwick, A., Dele-Ajayi, O., Davenport, C., & Strachan, R. (2023). Evaluating a complex and sustained STEM engagement programme through the lens of science capital: insights

- from Northeast England. *International Journal of STEM Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00421-y>
- Page, M. J., Mckenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-wilson, E., Mcdonald, S., ... Moher, D. (2021). *The PRISMA 2020 statement : an updated guideline for reporting systematic reviews Systematic reviews and Meta-Analyses*. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Putrawangsa, S., & Hasanah, U. (2022). Analisis Capaian Siswa Indonesia pada PISA dan Urgensi Kurikulum Berorientasi Literasi dan Numerasi. *EDUPEDIKA: Jurnal Studi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.60004/edupedika.v1i1.1>
- Silber-Varod, V., Eshet-Alkalai, Y., & Geri, N. (2019). Tracing research trends of 21st-century learning skills. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3099–3118. <https://doi.org/10.1111/bjet.12753>
- Valladares, L. (2021). Scientific Literacy and Social Transformation: Critical Perspectives About Science Participation and Emancipation. In *Science and Education* (Vol. 30, Issue 3). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>
- Yusra, R. A., Kusumah, F. H., & Suryadi, A. (2025). Pengaruh PjBL-STEM terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Energi Terbarukan dalam Mendukung Pendidikan yang Berkualitas. *Jurnal Pendidikan Matematika ...*, 13, 26–37. <https://jurnal.uny.ac.id/index.php/jpms/article/view/86537>