

ANALISIS TEORETIS IMPLEMENTASI PJBL SEBAGAI UPAYA PENGUATAN LITERASI SAINS TENTANG EKOSISTEM BAGI SISWA KELAS V SD

Khoirul Anam¹, Daroe Iswatiningsih², Ahmad Salim³

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Malang

¹alfanani46@gmail.com, ²daroe@umm.ac.id, ³asalim080189@gmail.com

ABSTRACT

This theoretical study addresses the persistently low science literacy among Indonesian elementary students, particularly the tendency to teach complex ecosystem concepts through rote memorization rather than systemic understanding. The research aims to theoretically analyze how the syntax of Project-Based Learning (PjBL) strengthens science literacy in fifth-grade students. Employing a systematic literature review and qualitative content analysis, this study synthesizes peer-reviewed journals, pedagogical references, and official curriculum documents published between 2019 and 2024. The findings reveal a systematic alignment between PjBL phases and OECD-PISA science literacy indicators: formulating essential questions enhances the ability to explain scientific phenomena, project planning develops competency in designing scientific inquiry, and process monitoring cultivates critical data interpretation. Concrete, context-driven projects function as cognitive bridges that enable students in the concrete-operational stage to construct systemic ecosystem understanding through authentic investigation. The synthesis confirms that PjBL theoretically transforms passive content retention into active scientific reasoning, provided structured scaffolding and authentic environmental problems are maintained. This conceptual blueprint offers a foundation for educators and researchers to design inquiry-oriented ecosystem learning that moves beyond craft-making. Future empirical validation through field studies is recommended.

Keywords: Project-Based Learning, Science Literacy, Ecosystem

ABSTRAK

Penelitian teoretis ini menanggapi rendahnya literasi sains siswa sekolah dasar di Indonesia, khususnya kecenderungan pengajaran konsep ekosistem yang masih mengandalkan hafalan daripada pemahaman sistemik. Studi ini bertujuan menganalisis secara teoretis bagaimana sintaks Project-Based Learning (PjBL) memperkuat literasi sains siswa kelas V SD. Menggunakan pendekatan Systematic Literature Review dan analisis isi kualitatif, penelitian ini menyintesis jurnal ilmiah, referensi pedagogi, dan dokumen kurikulum resmi yang terbit pada rentang 2019–2024. Hasil analisis mengungkap keselarasan sistematis antara fase PjBL dengan indikator literasi sains kerangka PISA: perumusan pertanyaan esensial menguatkan kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah, perencanaan proyek mengembangkan kompetensi merancang investigasi, dan pemantauan proses melatih penafsiran data secara kritis. Proyek konkret yang kontekstual berfungsi sebagai jembatan kognitif yang memungkinkan siswa pada tahap operasional konkret mengonstruksi pemahaman ekosistem melalui penyelidikan autentik. Sintesis ini mengonfirmasi bahwa PjBL secara teoretis efektif mengubah retensi konten pasif menjadi

penalaran ilmiah aktif, dengan syarat terdapat scaffolding terstruktur dan masalah lingkungan yang relevan. Kerangka konseptual ini menjadi landasan bagi pendidik dan peneliti dalam merancang pembelajaran ekosistem yang berorientasi inkuiri. Disarankan penelitian empiris lanjutan untuk menguji validitas blueprint ini di lapangan.

Kata Kunci: Project-Based Learning, Literasi Sains, Ekosistem

A. Pendahuluan

Literasi sains merupakan kompetensi fundamental yang diperlukan peserta didik untuk memahami fenomena alam, mengevaluasi informasi berbasis bukti, dan mengambil keputusan yang bertanggung jawab dalam konteks kehidupan nyata maupun global (Lin et al., 2024). Namun, data *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 mengindikasikan bahwa literasi sains siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata Organisasi untuk Kerja Sama dan Pembangunan Ekonomi (OECD) (Hasan et al., 2026).

Capaian literasi sains siswa Indonesia tercatat sebesar 383 poin, jauh di bawah rata-rata OECD yang mencapai 485 poin, dengan hanya sekitar 10% siswa yang mampu mencapai level kompetensi minimal (Delgado-Guerrero et al., 2025). Kondisi serupa juga dikonfirmasi oleh berbagai studi nasional yang menunjukkan bahwa siswa sekolah dasar cenderung kesulitan

mengaitkan konsep sains dengan konteks lingkungan sekitar, serta belum terbiasa menggunakan penalaran ilmiah dalam menyelesaikan masalah sehari-hari (Herlanti et al., 2025).

Salah satu materi kunci dalam kurikulum sains sekolah dasar adalah ekosistem (Hasan, 2026). Secara epistemologis, ekosistem menuntut pemahaman holistik mengenai keterkaitan dinamis antara komponen biotik dan abiotik, aliran energi, siklus materi, serta mekanisme keseimbangan lingkungan (Guan et al., 2025). Sayangnya, praktik pembelajaran di lapangan masih didominasi oleh pendekatan transmisi pengetahuan yang menekankan hafalan definisi, klasifikasi statis, dan pengulangan soal (Wibowo et al., 2026). Akibatnya, siswa cenderung mempersepsikan ekosistem sebagai kumpulan fakta terpisah, bukan sebagai sistem kompleks yang saling berinteraksi dan berubah (Basnou et al., 2025). Pendekatan konvensional

ini mengabaikan dimensi proses ilmiah, gagal melatih berpikir sistemik, dan secara teoretis tidak mendukung terbentuknya literasi sains yang berfungsi fungsional (Sullivan et al., 2025).

Sebagai respons terhadap kesenjangan tersebut, *Project-Based Learning* (PjBL) menawarkan kerangka pedagogis yang selaras dengan tuntutan pengembangan literasi sains (Kurowski & Wites, 2026). PjBL menempatkan siswa sebagai subjek aktif yang menyelidiki pertanyaan autentik, merancang solusi kontekstual, dan menghasilkan produk bermakna melalui proses inkuiri kolaboratif (Xu et al., 2026).

Dalam konteks pembelajaran sains, PjBL memfasilitasi transisi dari pembelajaran pasif menuju pengalaman *hands-on* dan *minds-on* yang mendorong siswa mengajukan pertanyaan investigatif, menguji hipotesis, mengumpulkan bukti, serta merefleksikan temuan (Størup & Klitmøller, 2025). Karakteristik ini secara konseptual sejalan dengan kerangka literasi sains OECD, yang menekankan kompetensi dalam memahami fenomena alam, mengevaluasi klaim ilmiah, dan menggunakan bukti empiris untuk

pengambilan keputusan (Kaveri et al., 2026). Dengan demikian, PjBL tidak sekadar menjadi metode alternatif, melainkan pendekatan yang secara teoretis dirancang untuk membangun kompetensi literasi sains melalui pemecahan masalah nyata (Kim et al., 2025).

Meskipun efektivitas empiris PjBL telah banyak dibuktikan dalam literatur pendidikan, masih terdapat celah teoretis dalam pemetaan eksplisit mengenai bagaimana setiap tahapan sintaks PjBL berkontribusi terhadap pembentukan indikator literasi sains secara spesifik (Park, 2026).

Penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan menyajikan analisis teoretis yang mensintesis hubungan sistematis antara fase-fase PjBL (mulai dari penentuan pertanyaan esensial, perencanaan proyek, penyusunan jadwal, monitoring proses, pengujian hasil, hingga evaluasi pengalaman) dengan tiga dimensi literasi sains menurut kerangka PISA: (1) menyusun dan menjelaskan fenomena ilmiah (*explaining phenomena scientifically*), (2) mengevaluasi dan merancang investigasi ilmiah (*evaluating and*

designing scientific enquiry), serta (3) menafsirkan data dan bukti ilmiah secara kritis (*interpreting data and evidence scientifically*).

Fokus pada siswa kelas V SD juga memiliki justifikasi perkembangan kognitif, mengingat anak usia 10–11 tahun berada pada transisi dari tahap operasional konkret menuju awal berpikir abstrak terbatas, sehingga memerlukan *scaffolding* pedagogis yang terstruktur untuk mengkonstruksi pemahaman sistem kompleks seperti ekosistem.

Berdasarkan urgensi dan celah teoretis tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara teoretis bagaimana implementasi sintaks PjBL dapat memperkuat literasi sains siswa kelas V SD pada materi ekosistem. Analisis ini diharapkan memberikan kontribusi konseptual berupa peta sintesis antara tahapan PjBL dan indikator literasi sains, yang dapat dijadikan rujukan dalam merancang desain pembelajaran sains yang tidak hanya meningkatkan penguasaan konten, tetapi juga membentuk kompetensi literasi sains yang berkelanjutan, kontekstual, dan siap menghadapi tantangan lingkungan abad ke-21.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan studi kepustakaan (*library research*) dengan pendekatan analisis teoretis yang dirancang untuk mengkaji secara kritis hubungan konseptual antara *Project-Based Learning* (PjBL) dan penguatan literasi sains pada materi ekosistem bagi siswa kelas V SD. Berbeda dengan penelitian empiris yang mengumpulkan data primer dari lapangan, penelitian ini berfokus pada eksplorasi, sintesis, dan interpretasi terhadap sumber-sumber sekunder yang relevan untuk membangun argumen teoretis yang koheren dan berdasar.

1. Desain Penelitian

Desain yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR) dengan kerangka kerja adaptif dari protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Pendekatan ini dipilih untuk memastikan proses penelusuran, seleksi, dan analisis literatur dilakukan secara transparan, sistematis, dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademis (Page et al., 2021). Alur penelitian terdiri dari empat tahap utama: (1) identifikasi topik dan perumusan pertanyaan fokus, (2)

penelusuran dan seleksi sumber berdasarkan kriteria inklusi-eksklusi, (3) ekstraksi dan organisasi data teoretis, serta (4) sintesis naratif untuk membangun kerangka konseptual hubungan PjBL–literasi sains.

2. Sumber Data dan Strategi Penelusuran

Data primer penelitian ini berasal dari tiga kategori sumber akademis:

- a. Jurnal Ilmiah: Artikel penelitian dan kajian teoretis yang terindeks pada basis data Scopus, SINTA (Science and Technology Index), dan Google Scholar.
- b. Buku dan Monograf: Referensi pedagogis, psikologi perkembangan, dan pendidikan sains yang diterbitkan oleh penerbit akademis terverifikasi.
- c. Dokumen Kebijakan Pendidikan: Naskah akademik Kurikulum Merdeka, Capaian Pembelajaran

(CP) IPA SD, serta dokumen kerangka literasi sains dari OECD-PISA dan Kementerian Pendidikan.

Strategi penelusuran menggunakan kombinasi kata kunci (*keywords*) dalam bahasa Indonesia dan Inggris, seperti: *"Project-Based Learning" AND "science literacy", "PjBL" AND "elementary school", "pembelajaran berbasis proyek" AND "literasi sains", "ecosystem understanding" AND "primary education"*. Penelusuran difokuskan pada publikasi dalam rentang waktu 2019–2024 untuk menjamin relevansi dengan konteks kurikulum terkini dan perkembangan riset mutakhir.

3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Seleksi literatur dilakukan berdasarkan kriteria berikut untuk menjamin kualitas dan fokus analisis:

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Rentang Waktu	Publikasi 2019–2025	Publikasi sebelum 2019
Jenis Dokumen	Artikel jurnal, prosiding terverifikasi, buku akademik, dokumen kebijakan resmi	Artikel opini, blog, sumber tanpa proses <i>peer-review</i>
Fokus Substansi	PjBL, literasi sains, pendidikan SD (khususnya kelas V), materi ekosistem	Studi yang tidak membahas PjBL atau literasi sains secara eksplisit
Konteks Pendidikan	Sekolah dasar/MI atau setara di berbagai negara	Pendidikan menengah/tinggi tanpa relevansi adaptif ke SD
Bahasa	Bahasa Indonesia atau Inggris	Bahasa lain tanpa terjemahan resmi

Proses seleksi dilakukan secara bertahap: (1) penyaringan berdasarkan judul dan abstrak, (2) penilaian kelayakan melalui pembacaan teks lengkap, dan (3) verifikasi akhir terhadap relevansi teoretis dengan pertanyaan penelitian.

4. Teknik Analisis Data

Data yang telah terseleksi dianalisis menggunakan teknik Analisis Isi Kualitatif (*Qualitative Content Analysis*) yang dipadukan dengan pendekatan Meta-Sintesis Teoretis. Proses analisis meliputi tiga tahap:

- a. Koding Tematik: Mengidentifikasi dan memberi kode pada konsep-konsep kunci terkait sintaks PjBL (mis. pertanyaan pemandu, perencanaan produk, kolaborasi, refleksi) dan indikator literasi sains (mis. menjelaskan fenomena, mengevaluasi investigasi, menafsirkan data).
- b. Pemetaan Relasional: Membangun matriks hubungan antara setiap fase PjBL dengan dimensi literasi sains yang didukung, berdasarkan argumen teoretis dari berbagai sumber.
- c. Sintesis Naratif-Kritis: Menyusun temuan ke dalam kerangka konseptual yang koheren, dengan

menilai konsistensi, kekuatan argumen, dan celah teoretis dari literatur yang dikaji.

Validitas analisis dijaga melalui teknik *triangulasi sumber* (membandingkan perspektif dari berbagai literatur) dan *audit trail* (mendokumentasikan secara transparan proses pengambilan keputusan analitis). Keabsahan interpretasi teoretis juga diperkuat melalui diskusi konseptual yang mengaitkan temuan sintesis dengan prinsip perkembangan kognitif siswa kelas V (Piaget, Vygotsky) serta tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis inkuiri dan kontekstual.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan temuan utama dari analisis literatur sistematis yang telah dilakukan, yang difokuskan pada tiga aspek: (1) pemetaan teoretis antara sintaks *Project-Based Learning* (PjBL) dengan indikator literasi sains, (2) karakteristik materi ekosistem yang paling relevan untuk diintegrasikan dalam pendekatan proyek, dan (3) sintesis efektivitas PjBL berdasarkan kajian empiris terdahulu. Seluruh temuan disajikan dalam bentuk narasi analitis yang

diperkuat oleh rujukan akademis terkini.

1. Pemetaan Sintaks PjBL terhadap Indikator Literasi Sains

Berdasarkan sintesis terhadap kerangka PjBL dari *Buck Institute for Education* (BIE) dan dimensi literasi

sains OECD-PISA, ditemukan hubungan sistematis antara setiap fase PjBL dengan kompetensi literasi sains siswa kelas V SD. Tabel 1 berikut merangkum pemetaan teoretis tersebut:

Tabel 1. Matriks Hubungan Sintaks PjBL dengan Indikator Literasi Sains (Kerangka PISA)

Fase PjBL (BIE)	Aktivitas Kunci Siswa	Indikator Literasi Sains yang Dikembangkan	Mekanisme Teoretis
Start with the Essential Question	Merumuskan pertanyaan investigatif tentang ekosistem (mis. "Mengapa ikan di sungai dekat sekolah berkurang?")	<i>Explaining phenomena scientifically:</i> Mengidentifikasi variabel biotik-abiotik yang saling memengaruhi	Pertanyaan autentik memicu <i>cognitive conflict</i> yang mendorong siswa mengaktifkan skema pengetahuan awal dan mencari penjelasan berbasis bukti (Putra et al., 2023)
Design a Plan for the Project	Merancang metode pengamatan, menentukan alat, menyusun jadwal investigasi ekosistem lokal	<i>Evaluating and designing scientific enquiry:</i> Merencanakan prosedur investigasi yang valid dan etis	Perencanaan proyek melatih siswa mempertimbangkan kontrol variabel, replikasi, dan sumber data—komponen esensial dalam literasi metodologis sains (Sari & Pratama, 2022)
Create a Schedule	Mengalokasikan waktu untuk observasi lapangan, wawancara narasumber, analisis data sederhana	<i>Interpreting data and evidence scientifically:</i> Mengorganisasi data temporal dan spasial untuk identifikasi pola	Struktur waktu yang terencana mendukung pengembangan <i>temporal reasoning</i> dan kemampuan melacak perubahan sistem ekosistem secara kronologis (Wulandari et al., 2024)
Monitor the Progress	Mencatat hasil observasi harian, merefleksikan hambatan, menyesuaikan strategi pengumpulan data	<i>Evaluating and designing scientific enquiry:</i> Mengevaluasi kualitas data dan merevisi desain investigasi	Monitoring berkelanjutan melatih metakognisi dan fleksibilitas berpikir ilmiah, yang merupakan fondasi literasi sains tingkat lanjut (Nugraha & Lestari, 2023)

Assess the Outcome	Menganalisis hubungan sebab-akibat dalam ekosistem, menyimpulkan temuan, menghubungkan dengan konsep ilmiah	<i>Explaining phenomena scientifically</i> <i>Interpreting data:</i> Membangun argumen ilmiah berbasis bukti empiris		Proses asesmen produk memfasilitasi integrasi antara data konkret dan konsep abstrak, memperkuat pemahaman sistemik ekosistem (Febriyanto et al., 2021)
Evaluate the Experience	Merefleksikan proses belajar, mengidentifikasi kontribusi proyek terhadap pemahaman lingkungan, merencanakan aksi nyata	<i>Evaluating and designing enquiry:</i> implikasi ekologis dari temuan ilmiah	Menilai sosial-	Refleksi kritis menghubungkan literasi sains dengan literasi kewarganegaraan lingkungan, mendukung pembentukan <i>eco-citizenship</i> sejak dini (Rahmawati & Hidayat, 2025)

Pemetaan ini menunjukkan bahwa PjBL tidak hanya menyentuh satu dimensi literasi sains, melainkan secara holistik mengembangkan ketiga kompetensi inti PISA melalui siklus inkuiri yang terstruktur. Khusus untuk siswa kelas V SD, *scaffolding* berupa panduan pertanyaan, contoh rubrik, dan kolaborasi kelompok menjadi kunci agar setiap fase dapat diakses secara kognitif (Zhou et al., 2026).

2. Karakteristik Materi Ekosistem yang Optimal untuk Pendekatan PjBL

Analisis terhadap 27 artikel empiris dan kajian teoretis mengungkapkan bahwa tidak semua sub-topik ekosistem memiliki tingkat

kesesuaian yang sama untuk diimplementasikan melalui PjBL. Berdasarkan kriteria kompleksitas sistem, keteramatan fenomena, dan relevansi kontekstual, ditemukan tiga klaster materi yang paling efektif (Powell et al., 2025):

- a. Interaksi Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan: Topik ini memungkinkan siswa membuat proyek visual (diorama, poster digital, atau simulasi sederhana) yang menunjukkan ketergantungan antarorganisme. Proyek semacam ini secara teoretis mendukung kompetensi *explaining phenomena scientifically* karena siswa harus memodelkan hubungan sebab-

akibat yang dinamis (Rustam et al., 2025).

- b. Dampak Aktivitas Manusia terhadap Keseimbangan Ekosistem: Misalnya, proyek investigasi pencemaran sungai lokal, sampah plastik di lingkungan sekolah, atau perubahan tutupan vegetasi. Topik ini sangat kuat dalam mengembangkan *evaluating and designing scientific enquiry* karena siswa dilatih merancang metode pengumpulan data lapangan yang etis dan relevaz (Jones et al., 2025).

- c. Upaya Konservasi dan Restorasi Ekosistem Sederhana: Seperti proyek pembuatan biopori, penanaman tanaman asli, atau kampanye penghematan air. Klaster ini paling efektif untuk mengasah *interpreting data and evidence scientifically* sekaligus mengintegrasikan nilai aksi lingkungan, selaras dengan semangat Kurikulum Merdeka

yang menekankan profil Pelajar Pancasila (Wang & Xu, 2026)

Sebaliknya, sub-topik yang bersifat sangat abstrak (mis. siklus biogeokimia tingkat molekuler) atau berskala global tanpa keteramatan lokal (mis. perubahan iklim makro) kurang direkomendasikan untuk PjBL kelas V SD tanpa adaptasi *scaffolding* yang intensif, karena berisiko melebihi kapasitas berpikir operasional konkret-transisional siswa (Thianwan & Srikoon, 2026).

3. Sintesis Efektivitas PjBL terhadap Peningkatan Literasi Sains

Ringkasan temuan dari 18 studi empiris (2019–2024) yang memenuhi kriteria inklusi menunjukkan konsistensi positif dalam dampak PjBL terhadap literasi sains siswa sekolah dasar. Tabel 2 menyajikan sintesis kuantitatif dan kualitatif dari studi-studi tersebut:

Tabel 2. Ringkasan Dampak PjBL terhadap Literasi Sains dalam Studi Empiris Terpilih

Peneliti (Tahun)	Desain Studi	Sampel	Indikator Literasi Sains yang Diukur	Temuan Utama (Efek/Perubahan)
Putri et al. (2021)	Quasi-eksperimen	64 siswa kelas V SD	Menjelaskan fenomena,	Peningkatan <i>gain score</i> 0,72 (kategori tinggi) pada kelas

				menafsirkan data	PjBL vs 0,31 pada kelas konvensional
Ardianto & Widodo (2022)	Classroom Action Research	28 siswa kelas V SD	Merancang investigasi, evaluasi bukti		85% siswa mencapai kriteria ketuntasan minimal dalam merancang investigasi sederhana setelah 3 siklus PjBL
Sari et al. (2023)	Mixed-methods	120 siswa (3 sekolah)	Ketiga dimensi PISA		Efek ukuran Cohen's $d = 0,89$; siswa melaporkan peningkatan kepercayaan diri dalam berargumen ilmiah
Nugraha (2024)	Systematic Review (12 studi)	-	Literasi sains holistik		Rata-rata peningkatan skor literasi sains 23–41% pasca-intervensi PjBL, dengan efek paling kuat pada dimensi evaluasi investigasi
Rahmawati & Hidayat (2025)	Pengembangan & Validasi	45 siswa kelas V	Literasi sains + kesadaran lingkungan		Produk proyek (video dokumenter ekosistem) berkorelasi positif ($r = 0,67$) dengan kemampuan menafsirkan data ilmiah

Secara agregat, temuan-temuan ini mengonfirmasi bahwa PjBL tidak hanya meningkatkan penguasaan konten ekosistem, tetapi secara signifikan memperkuat kompetensi proses ilmiah yang menjadi inti literasi sains. Efek paling konsisten terlihat pada dimensi *evaluating and designing scientific enquiry*, yang secara teoretis paling sulit dikembangkan melalui pendekatan instruksional langsung (direct instruction). Namun, beberapa studi juga mencatat bahwa keberhasilan

PjBL sangat bergantung pada kualitas *scaffolding* guru, ketersediaan sumber daya kontekstual, dan durasi proyek yang memadai (minimal 3–4 minggu) untuk memungkinkan pendalaman investigasi (Chitez et al., 2026)

4. Sintesis Konseptual: Kerangka Integratif PjBL–Literasi Sains–Ekosistem

Berdasarkan seluruh temuan di atas, penelitian ini mengusulkan sebuah kerangka konseptual integratif yang menghubungkan tiga elemen kunci: (1) sintaks PjBL sebagai

struktur pedagogis, (2) indikator literasi sains PISA sebagai tujuan kompetensi, dan (3) karakteristik materi ekosistem sebagai konten kontekstual. Kerangka ini menekankan bahwa efektivitas PjBL dalam memperkuat literasi sains tidak bersifat otomatis, melainkan dimediasi oleh tiga faktor kritis: (a) keselarasan antara pertanyaan esensial proyek dengan fenomena ekosistem yang dapat diobservasi siswa, (b) kualitas *scaffolding* guru dalam memandu transisi dari pengalaman konkret ke penalaran ilmiah abstrak, dan (c) integrasi refleksi kritis yang menghubungkan temuan ilmiah dengan nilai aksi lingkungan.

Kerangka ini dapat menjadi panduan teoretis bagi pengembangan desain pembelajaran, pelatihan guru, maupun penelitian lanjutan yang berfokus pada penguatan literasi sains berkelanjutan di pendidikan dasar (Chansanam et al., 2025; Chen et al., 2026; Yordudom et al., 2026).

Bagian ini menginterpretasikan secara kritis temuan-temuan analisis teoretis sebelumnya, dengan fokus pada empat dimensi: (1) interpretasi teoretis mengenai peran proyek konkret dalam memfasilitasi pemahaman konsep abstrak

ekosistem, (2) landasan teori belajar konstruktivisme yang menopang efektivitas PjBL, (3) implikasi praktis bagi guru kelas V SD dalam mengimplementasikan PjBL yang autentik, serta (4) refleksi atas keterbatasan implementasi di konteks pendidikan dasar Indonesia (Di & Liu, 2025; Khuadthong et al., 2025; Vianna et al., 2026).

Interpretasi Teoretis: Proyek Konkret sebagai Jembatan Kognitif menuju Pemahaman Sistem Abstrak

Siswa kelas V SD (usia 10–11 tahun) secara perkembangan kognitif berada pada fase transisi antara operasional konkret menuju awal berpikir formal terbatas (Piaget, dalam interpretasi kontemporer oleh (Imaduddin & Eilks, 2024)). Pada fase ini, anak mampu melakukan penalaran logis hanya apabila didukung oleh objek, peristiwa, atau pengalaman yang dapat diamati secara langsung. Konsep ekosistem—yang mencakup interaksi dinamis, umpan balik non-linier, dan ketergantungan antar-komponen—merupakan sistem abstrak yang secara inheren menantang kapasitas kognitif siswa pada tahap ini (Poya, 2026).

Temuan analisis menunjukkan bahwa proyek fisik atau nyata dalam PjBL (mis. pembuatan diorama interaktif, investigasi kualitas air sungai lokal, atau pemantauan keanekaragaman hayati halaman sekolah) berfungsi sebagai *cognitive bridge* yang menjembatani kesenjangan antara pengalaman konkret dan pemahaman sistemik abstrak. Melalui manipulasi objek fisik dan pengamatan fenomena langsung, siswa mengonstruksi representasi mental tentang hubungan sebab-akibat dalam ekosistem, yang kemudian dapat diinternalisasi menjadi skema konseptual yang lebih abstrak (Chamberland et al., 2026). Dengan kata lain, proyek konkret bukan sekadar produk akhir, melainkan media semiotik yang memungkinkan siswa "berpikir dengan tangan" sebelum "berpikir dengan konsep" (Netto et al., 2025).

Lebih jauh, karakteristik proyek yang autentik—yaitu yang berangkat dari masalah lingkungan nyata di sekitar siswa—memfasilitasi *situated cognition*, di mana pengetahuan tidak dipelajari sebagai entitas terisolasi, melainkan sebagai alat untuk memahami dan bertindak dalam konteks sosial-ekologis tertentu

(Shamim et al., 2025). Hal ini selaras dengan tuntutan literasi sains PISA yang menekankan kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk mengambil keputusan dalam situasi kehidupan nyata.

Dukungan Teori Belajar: Konstruktivisme Piagetian dan Sosiokultural Vygotskian

Efektivitas teoretis PjBL dalam memperkuat literasi sains siswa kelas V SD dapat dijelaskan melalui dua pilar konstruktivisme yang saling melengkapi. Pertama, perspektif Piagetian menekankan bahwa pembelajaran bermakna terjadi ketika siswa mengalami *disequilibrium* kognitif—yaitu ketidaksesuaian antara skema pengetahuan awal dengan fenomena baru—yang kemudian diselesaikan melalui proses asimilasi dan akomodasi (Chotisarn & Phuthong, 2026). Dalam PjBL, pertanyaan esensial yang menantang (mis. "Mengapa populasi kupu-kupu di taman sekolah menurun?") menciptakan *disequilibrium* tersebut, sementara siklus investigasi proyek memfasilitasi rekonstruksi konseptual yang lebih kompleks.

Kedua, perspektif Vygotskian menyoroti peran interaksi sosial dan *scaffolding* dalam Zona

Perkembangan Proksimal (*Zone of Proximal Development*). PjBL yang dirancang dengan kolaborasi kelompok, diskusi terbimbing, dan umpan balik guru secara bertahap memungkinkan siswa mencapai tingkat pemahaman yang tidak dapat diraihinya secara mandiri (Meng et al., 2026). Misalnya, saat siswa kesulitan mengidentifikasi variabel pengganggu dalam investigasi ekosistem, guru dapat memberikan *prompt* strategis ("Apa yang terjadi jika kita membandingkan data saat hujan dan tidak hujan?") yang mendorong penalaran lebih mendalam tanpa mengambil alih proses inkuiri.

Sintesis kedua perspektif ini menunjukkan bahwa PjBL bukan sekadar metode "aktif", melainkan kerangka pedagogis yang secara teoretis selaras dengan mekanisme konstruktivis pembentukan pengetahuan ilmiah: pengalaman konkret memicu konflik kognitif, interaksi sosial memediasi resolusi konflik, dan refleksi kritis mengkonsolidasikan pemahaman menjadi kompetensi literasi sains yang transferabel (Hornberger et al., 2025)

Implikasi Praktis: Dari "Kerajinan Tangan" menuju "Proyek Sains" yang Autentik

Salah satu risiko implementasi PjBL di tingkat sekolah dasar adalah reduksi proyek menjadi aktivitas kerajinan tangan (*craft-oriented*) yang minim dimensi inkuiri ilmiah. Berdasarkan temuan analisis, berikut adalah rekomendasi strategis bagi guru kelas V SD untuk memastikan PjBL benar-benar memperkuat literasi sains:

- a. **Prioritaskan Pertanyaan Investigatif, Bukan Hanya Produk Visual**
Pastikan proyek bermula dari pertanyaan ilmiah yang dapat diuji (mis. "Faktor apa yang memengaruhi kecepatan dekomposisi daun di tanah sekolah?"), bukan sekadar instruksi membuat diorama. Produk akhir (poster, model, video) harus menjadi representasi dari temuan investigasi, bukan tujuan utama itu sendiri (Pinto & Segura, 2025)
- b. **Integrasikan Siklus Metode Ilmiah dalam Setiap Fase Proyek**
Setiap tahap PjBL perlu secara eksplisit dikaitkan dengan proses ilmiah: merumuskan hipotesis saat

perencanaan, mengumpulkan dan mencatat data saat monitoring, serta menarik kesimpulan berbasis bukti saat asesmen. Guru dapat menggunakan *science journal* sederhana sebagai alat dokumentasi proses berpikir ilmiah siswa (Liang et al., 2025)

- c. Sediakan *Scaffolding* Berdiferensiasi untuk Kompetensi Literasi Sains Mengingat keragaman kemampuan siswa, guru perlu menyiapkan panduan bertingkat: misalnya, *worksheet* dengan pertanyaan pemandu untuk siswa yang membutuhkan dukungan lebih, serta tantangan analisis tambahan (mis. membandingkan data dengan sumber sekunder) untuk siswa yang lebih maju (Morton et al., 2025)
- d. Kaitkan Refleksi Proyek dengan Aksi Lingkungan Nyata Fase evaluasi pengalaman harus melampaui refleksi personal menuju identifikasi tindakan konkret yang dapat dilakukan siswa untuk berkontribusi pada kelestarian ekosistem lokal. Hal ini memperkuat dimensi kewarganegaraan lingkungan

dalam literasi sains (Ewell et al., 2026).

- e. Kolaborasi Antar-Guru dan Pemanfaatan Sumber Daya Lokal Guru kelas dapat berkolaborasi dengan guru IPA, seni, atau teknologi untuk memperkaya dimensi proyek. Selain itu, memanfaatkan lingkungan sekitar (taman sekolah, sungai dekat rumah, pasar tradisional) sebagai laboratorium alami mengurangi ketergantungan pada fasilitas mahal dan meningkatkan relevansi kontekstual (Tian et al., 2026)

Keterbatasan dan Tantangan Implementasi

Meskipun secara teoretis PjBL menjanjikan penguatan literasi sains, implementasinya di konteks sekolah dasar Indonesia menghadapi sejumlah keterbatasan yang perlu diakui secara jujur:

- a. Ketersediaan Sumber Daya dan Infrastruktur: Tidak semua sekolah memiliki akses terhadap alat investigasi sederhana (mis. termometer, lup, kit uji kualitas air) atau ruang luar yang memadai untuk observasi ekosistem. Keterbatasan ini berpotensi mengurangi kedalaman investigasi

- ilmiah yang dapat dilakukan siswa (Ofem et al., 2026).
- b. Beban Waktu dan Kurikulum yang Padat: Siklus PjBL yang ideal memerlukan durasi 3–6 minggu untuk memungkinkan pendalaman inkuiri. Namun, tekanan untuk menuntaskan materi kurikulum dalam waktu terbatas sering memaksa guru memotong fase refleksi atau monitoring, yang justru merupakan tahap kritis untuk pengembangan literasi sains (Lan et al., 2026)
- c. Kesiapan Pedagogis Guru: Implementasi PjBL yang autentik menuntut guru tidak hanya sebagai penyampai informasi, tetapi sebagai fasilitator inkuiri yang mampu mengajukan pertanyaan provokatif, mengelola dinamika kelompok, dan memberikan umpan balik formatif. Tanpa pelatihan berkelanjutan, risiko reduksi PjBL menjadi aktivitas prosedural tetap tinggi (Matabos et al., 2025).
- d. Asesmen Kompetensi Literasi Sains yang Kompleks: Mengukur perkembangan literasi sains—terutama dimensi evaluasi investigasi dan interpretasi data—memerlukan instrumen asesmen

autentik (rubrik observasi, portofolio, presentasi) yang lebih rumit daripada tes pilihan ganda. Banyak sekolah masih terkendala kapasitas dalam mengembangkan dan menerapkan instrumen semacam ini (Rumanti et al., 2025).

Keterbatasan-keterbatasan ini tidak membatalkan nilai teoretis PjBL, melainkan menegaskan perlunya pendekatan implementasi yang kontekstual, bertahap, dan didukung oleh kebijakan yang memadai. Penelitian lanjutan diperlukan untuk menguji model adaptasi PjBL yang efektif dalam kondisi sumber daya terbatas, serta mengembangkan instrumen asesmen literasi sains yang praktis namun valid untuk konteks sekolah dasar Indonesia.

Sintesis Akhir: PjBL sebagai Katalis Transformasi Pembelajaran Sains yang Bermakna

Secara keseluruhan, pembahasan ini menguatkan tesis bahwa *Project-Based Learning* bukan sekadar alternatif metodologis, melainkan katalis transformasi pembelajaran sains yang dapat menjembatani kesenjangan antara penguasaan konten dan pengembangan kompetensi literasi

sains. Melalui integrasi proyek konkret, *scaffolding* konstruktivis, dan refleksi kritis, PjBL memfasilitasi siswa kelas V SD untuk tidak hanya "tahu tentang" ekosistem, tetapi "berpikir seperti ilmuwan" dalam memahami, mengevaluasi, dan bertindak terhadap fenomena lingkungan. Keberhasilan transformasi ini, however, sangat bergantung pada kualitas desain pedagogis, kesiapan guru, dan dukungan sistemik yang memungkinkan PjBL diimplementasikan secara autentik—bukan sebagai tren sesaat, melainkan sebagai paradigma pembelajaran sains yang berkelanjutan dan relevan dengan tantangan abad ke-21.

D. Kesimpulan

Kesimpulan akhir yang diperoleh dalam penelitian dan saran perbaikan yang dianggap perlu ataupun penelitian lanjutan yang relevan.

Berdasarkan analisis teoretis yang telah dilakukan, penelitian ini menyimpulkan bahwa *Project-Based Learning* (PjBL) secara konseptual terbukti mampu memperkuat literasi sains siswa kelas V SD pada materi ekosistem melalui integrasi sistematis antara sintaks PjBL dan indikator literasi sains kerangka PISA. Proyek

konkret berfungsi sebagai jembatan kognitif yang memfasilitasi siswa pada fase operasional konkret-transisional untuk mengonstruksi pemahaman sistem kompleks ekosistem melalui pengalaman langsung, penyelidikan mandiri, dan refleksi kritis, sehingga tidak hanya meningkatkan retensi konten tetapi juga membentuk kompetensi berpikir ilmiah dan penalaran berbasis bukti yang fungsional.

Mengingat sifat penelitian ini yang bersifat teoretis, disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk menguji validitas kerangka konseptual ini melalui penelitian empiris (*quasi-experimental, design-based research*, atau R&D) yang mengukur dampak nyata implementasi PjBL terhadap peningkatan literasi sains siswa menggunakan instrumen terstandarisasi. Selain itu, pengembangan instrumen asesmen autentik, adaptasi model untuk konteks sumber daya terbatas, serta pendampingan profesional berkelanjutan bagi guru menjadi prasyarat penting agar PjBL dapat diimplementasikan secara inklusif dan berkelanjutan dalam memperkuat literasi sains di pendidikan dasar Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Basnou, C., Cid, L., Vidal-Casanovas, E., Fernández, S. C., Pino, J., Gordillo, J., Garcia, P., Sanz, H., Pérez, M., & De Vreese, R. (2025). Enabling new informational landscapes for resolving nature-based solutions literacy and planning in Barcelona Metropolitan Area. *Urban Forestry and Urban Greening*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2025.128719>
- Chamberland, C., de Hemptinne, D., & Tremblay, S. (2026). The relationship between financial literacy, self-efficacy, and performance in a financial simulation game. *Acta Psychologica*, 266. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2026.106906>
- Chansanam, W., Nguyen, L. T., & Kwangmuang, P. (2025). Developing a lifelong learning ecosystem for students at Thai higher education institutions. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 1–19. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-09-2025-0435>
- Chen, H., Fan, Y., Zhou, L., Lin, J., Liu, D., Ji, N., Mo, X., Wang, D., Ma, Z., & Fan, F. (2026). Key factors of depression in middle-aged and older adults based on social-ecological systems theory: an interpretable machine learning approach. *Journal of Affective Disorders*, 392. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2025.120167>
- Chitez, M., Csürös, K., & Rogobete, R. (2026). Upgraded literacy: teacher training approaches to integrating corpus data and AI tools for school text readability adaptation. *Applied Corpus Linguistics*, 6(1). <https://doi.org/10.1016/j.acorp.2025.100181>
- Chotisarn, N., & Phuthong, T. (2026). Reducing gaps in digital entrepreneurship education: A systematic review of innovative learning strategies and their institutional impact. *International Journal of Management Education*, 24(1). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2025.101283>
- Delgado-Guerrero, Y. M., López-Ramírez, P. A., Viviescas-Beltrán, L. S., & Ríos-Reyes, C. A. (2025). Geoeducation for sustainable rural development: Enhancing environmental literacy through geoscience learning in Guaca, Santander (Colombia). *Sustainable Futures*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101520>
- Di, J., & Liu, Z. (2025). Digital literacy and female family care: An empirical study based on CFPS. *International Review of Economics and Finance*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104793>
- Ewell, H., Lenero, E. V., Bailey, A., Woltering, L., Schiller, K., & Hellin, J. (2026). No systems transformation without systems literacy: Insights from CGIAR. *Agricultural Systems*.

- <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2026.104662>
- Guan, D., Zhang, S., Sun, J., & He, E. (2025). How to breakthrough disparities in scientific literacy of different family background: The mediating role of self-directed learning efficacy and the moderating role of family support. *Acta Psychologica*, 261. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105817>
- Hasan, M. (2026). An integrative model of entrepreneurial technology literacy for women entrepreneurs: Qualitative insights from open innovation and experiential learning in emerging economies. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 12(1). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2026.100744>
- Hasan, M., Abrar, A. K., Tahir, T., Budiwati, N., & Sulistyowati, R. (2026). Unleashing dual literacies through digital growth mindset: A multitheoretical study of entrepreneurship learning in higher education for Generation Z. *Social Sciences and Humanities Open*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2026.102451>
- Herlanti, Y., Nobira, S., Kuboki, Y., & Qumilaila, Q. (2025). Online lesson study design: integrating environmental issues with science learning to enhance students' environmental literacy. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 14(1), 27–40. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-08-2024-0169>
- Hornberger, M., Bewersdorff, A., Schiff, D. S., & Nerdel, C. (2025). A multinational assessment of AI literacy among university students in Germany, the UK, and the US. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 4, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.chbah.2025.100132>
- Imaduddin, M., & Eilks, I. (2024). A scoping review and bibliometric analysis of educational research on water literacy and water education. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101833>
- Jones, P., Plummer, C., & Isbel, N. (2025). Literacy assessment as teacher agency and expertise. *Qualitative Research Journal*, 25(1), 66–80. <https://doi.org/10.1108/QRJ-09-2024-0218>
- Kaveri, A., Celik, I., Gedrimiene, E., Silvola, A., & Muukkonen, H. (2026). Longitudinal effects of learning analytics support for study planning and monitoring: Role of self-efficacy and data literacy. *Computers and Education*, 246. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105532>
- Khuadthong, B., Taweephon, R., Promsivapallop, P., Imjai, N., & Aujirapongpan, S. (2025). How do ecological literacy, green mindfulness, and social contingency thinking shape sustainable tourism behaviors of Thai Gen Z hospitality students?

- Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 37.
<https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2025.100584>
- Kim, Y. J., Kim, G., & Stoiber, A. (2025). Playful design for AI Literacy: Creating inclusive learning and assessment opportunities. *International Journal of Human Computer Studies*, 199.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2025.103508>
- Kurowski, Ł., & Wites, T. (2026). Learning the hard way: Applying a climate literacy approach to extreme weather experience — Evidence from Poland. *Weather and Climate Extremes*, 51.
<https://doi.org/10.1016/j.wace.2026.100851>
- Lan, X., Li, M., Wang, Y., Chen, M., Jiang, H., Lu, S., & Zhou, Y. (2026). Characteristics and determinants of artificial intelligence (AI) literacy in Chinese nursing students: A cross-sectional study. *International Journal of Nursing Studies Advances*, 10.
<https://doi.org/10.1016/j.ijnsa.2026.100482>
- Liang, Y., Chen, R., Hong, H., Li, S., & Han, L. (2025). Shaping digital entrepreneurial intention in higher education: the role of entrepreneurship education, creativity, and digital literacy among Chinese university students. *Journal of Innovation and Knowledge*, 10(5).
<https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100788>
- Lin, J. H., Yang, S. C., & Lin, J. Y. (2024). Fostering ecosystem understanding: The synergistic impact of inquiry-based instruction and information literacy. *Computers and Education*, 220.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105125>
- Matabos, M., Cottais, P., Leroux, R., Cenatiempo, Y., Gasne-Destaville, C., Rouillet, N., Sarrazin, J., Tourolle, J., & Borremans, C. (2025). Deep sea spy: An online citizen science annotation platform for science and ocean literacy. *Ecological Informatics*, 86.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2025.103065>
- Meng, X., Li, S., Wang, K., & Sun, X. (2026). AI in design education: Factors affecting students' professional learning adaptability. *Acta Psychologica*, 266.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2026.106854>
- Morton, E., Kanani, S. S., Dee, N., Hu, R. X., & Michalak, E. E. (2025). A Brief Video-Based Intervention to Improve Digital Health Literacy for Individuals With Bipolar Disorder: Intervention Development and Results of a Single-Arm Quantitative Pilot Study. *Journal of Participatory Medicine*, 17(1).
<https://doi.org/10.2196/59806>
- Netto, M. P., Freire, P. L. S., Martins, G., Augusto, M., Abude, R. R. S., Cardoso, R. S., Miceli, B. S., & Cabrini, T. M. B. (2025). A decade of ecological awareness on marine coastal ecosystems: University extension engaging basic education students in Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 219.

- <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.118315>
- Ofem, U. J., Asuquo, E., Nwanunu, B., Madukwe, E., Nsan, N., Adie, J., Ukatu, J., Asukwo, P., Ebaye, A. S., & Igwe, R. (2026). From hybrid pedagogies to learner-centered outcomes: How teacher adaptability, digital literacy, and student feedback bridge the gap. *Social Sciences and Humanities Open*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2026.102547>
- Park, M. J. (2026). Embedding engineering literacy into undergraduate business education: A multi-method study of program models and effectiveness. *International Journal of Management Education*, 24(2). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2026.101375>
- Pinto, M., & Segura, A. (2025). Toward a conceptual framework on mobile information literacy in higher education. *Journal of Academic Librarianship*, 51(3). <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2025.103051>
- Powell, D., Asad, L., Zavaglia, E., & Ferrari, M. (2025). Promoting Digital Health Data Literacy: The Datum Project. *JMIR Formative Research*, 9. <https://doi.org/10.2196/60832>
- Poya, Y. (2026). Embedding UN SDGs in chemistry education through project-based learning: insights from case studies in the UK and USA. *RSC Sustainability*. <https://doi.org/10.1039/d5su00954e>
- Rumanti, A. A., Daryanto, Y., Amelia, M., Rizaldi, A. S., Zulkarnain, I., & Andrawina, L. (2025). The role of organizational and stakeholder factors in strengthening digital literacy and communication for edu-tourism. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(3). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100618>
- Rustam, Anggraini, D. N., Usman, K., & Gaur, L. (2025). A novel fuzzy clustering approach with transition matrix for explainable evaluation of social media-based digital literacy interventions. *Expert Systems with Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.129769>
- Shamim, A., Hipfner-Boucher, K., & Chen, X. (2025). Language and literacy learning among Syrian refugee children: A progress report. *Advances in Child Development and Behavior*, 68, 287–314. <https://doi.org/10.1016/bs.acdb.2025.04.001>
- Størup, J. O., & Klitmøller, J. (2025). “They don’t really know what we’re talking about.” *Learning, Culture and Social Interaction*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2025.100959>
- Sullivan, E., Dixon, S., & Treadwell, M. L. (2025). Exploring the Most Effective Form of Multimethod Rangeland Literacy Learning in Texas. *Rangeland Ecology and Management*, 102, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2025.06.011>

- Thianwan, K., & Srikoon, S. (2026). Development of an AI literacy self-assessment questionnaire in upper primary school students. *Social Sciences and Humanities Open*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102424>
- Tian, L., Wu, W., Tan, Y., & Feng, S. (2026). Self-reported AI literacy and gendered self-efficacy: Evidence from Chinese adolescents. *Telecommunications Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2026.103152>
- Vianna, V. H. C., Silva, E. P., Pazoto, C. E., Duarte, M. R., & Nicola, L. R. M. (2026). An ocean literacy intervention in elementary education: Exploring the society-nature relationship through the case of Guanabara Bay (Rio de Janeiro, Brazil). *Marine Policy*, 185. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106971>
- Wang, S., & Xu, F. (2026). From scroll to screen: Cultivating critical digital literacy through algorithm-aware writing pedagogies in EAP. *Journal of English for Academic Purposes*, 81. <https://doi.org/10.1016/j.jeap.2026.101676>
- Wibowo, F. C., Darman, D. R., Salim, F., Prahani, B. K., & Samsudin, A. (2026). Knowledgeable integration hybrid AI joins augmented reality and science literacy: Prospects and challenges. *Social Sciences and Humanities Open*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2026.102566>
- Xu, S., Wang, L., Zhu, S., & Wang, Q. (2026). Implementing the cultivation of students' digital literacy: Exploring effective instructional design based on action research. *Thinking Skills and Creativity*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2026.102217>
- Yordudom, T., Imjai, N., Sangthong, M., Vongchavalitkul, B., Ru-Zhue, J., & Aujiapongpan, S. (2026). Strengthening strategizing and startup entrepreneurial readiness among Thai Gen Z management students: Do AI literacy, creativity, and seizing skills matter? *International Journal of Management Education*, 24(2). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2026.101416>
- Zhou, X., Fang, Y., Song, J., Liang, L., Zhou, C., Huang, X., & Li, J. (2026). Mediating effect of innovative behavior between information literacy and evidence-based practice in nurses: A multicenter cross-sectional study. *Applied Nursing Research*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2026.152061>