

Peta Riset Problem-Based Learning (PBL) Terhadap Keterampilan Generik Sains (KGS) di Sekolah Dasar: Analisis Bibliometrik 2015–2025

Anna Maria Oktaviani^{1✉}

^{1✉}Universitas Primagraha, annamariaoktaviani222@gmail.com, Orcid ID: [0009-0006-5531-4201](https://orcid.org/0009-0006-5531-4201)

Article Info

History Articles

Received:

Mar 2025

Accepted:

Mar 2025

Published:

Mar 2025

Abstract

This study aims to map research trends on the implementation of the Problem Based Learning (PBL) model in developing Generic Science Skills (KGS) in elementary schools during the period 2015–2025. The approach used is bibliometric analysis, with data obtained from Google Scholar and Dimension.ai using the Publish or Perish (POP) software, and analyzed through VOSviewer. The number of publications included in this analysis was 120 papers from the publication period 2015 to 2025 filtered using the PRISMA technique. This research analysis includes quantitative number trends in several types and aspects as well as visual mapping. The analysis results indicate a significant increase in publications up to 2023, followed by a decline in 2024 and 2025. Most publications were found in the form of edited books, followed by articles and book chapters. The most dominant keywords include “Based Learning (PBL),” “skill,” and “project.” Network visualization reveals seven main clusters reflecting research focuses such as science education, critical thinking, and scientific literacy. These findings affirm that PBL is a widely studied approach due to its effectiveness in enhancing KGS among elementary students. This study provides a comprehensive overview of the research landscape, key publication sources, and potential directions for future research development.

Keywords:

Bibliometric Analysis, Generic Science Skills, Problem Based Learning

How to cite:

Oktaviani, A. M. (2025). Peta riset problem-based learning (PBL) terhadap keterampilan generik sains (KGS) di Sekolah dasar: Analisis bibliometrik 2015–2025. *Didaktika*, 5(1), 109-126.

Info Artikel

Riwayat Artikel

Dikirim:

Mar 2025

Diterima:

Mar 2025

Diterbitkan:

Mar 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan tren riset mengenai penerapan model (PBL) terhadap pengembangan keterampilan generik sains (KGS) di Sekolah Dasar selama periode 2015–2025. Pendekatan yang digunakan adalah analisis bibliometrik, dengan data diperoleh dari Google Scholar dan Dimension.ai menggunakan perangkat lunak Publish or Perish (POP) dan dianalisis melalui VOSviewer. Jumlah terbitan yang diikuti dalam analisis ini adalah 120 tulisan dari periode terbitan 2015 sampai 2025 yang difilter menggunakan teknik PRISMA. Analisis penelitian ini meliputi tren jumlah kuantitatif di beberapa jenis dan aspek serta pemetaan visual. Hasil analisis menunjukkan bahwa tren publikasi meningkat signifikan hingga tahun 2023, kemudian mengalami penurunan pada tahun 2024 dan 2025. Publikasi terbanyak ditemukan dalam bentuk edited book, diikuti oleh artikel dan book chapter. Kata kunci yang paling dominan mencakup “Based Learning (PBL),”, “skill”, dan “project”. Visualisasi jaringan menunjukkan tujuh kluster utama yang mencerminkan fokus penelitian seperti pendidikan sains, berpikir kritis, dan literasi ilmiah. Hasil ini menegaskan bahwa PBL menjadi pendekatan yang banyak diteliti karena efektivitasnya dalam meningkatkan KGS pada siswa sekolah dasar. Penelitian ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai peta penelitian, sumber publikasi utama, serta potensi arah pengembangan riset selanjutnya.

Kata Kunci:

Analisis Bibliometrik, Keterampilan Generik Sains, Problem Based Learning

Cara mengutip:

Oktaviani, A. M. (2025). Peta riset problem-based learning (PBL) terhadap keterampilan generik sains (KGS) di Sekolah dasar: Analisis bibliometrik 2015–2025. *Didaktika*, 5(1), 109-126.

PENDAHULUAN

Pembelajaran pada kurikulum yang berlaku saat ini menitikberatkan pada penerapan proses ilmiah dalam kegiatan belajar mengajar (Eyisi, 2016; McIntosh, 2023). Pendekatan ini bertujuan untuk mendorong siswa dapat mengembangkan kegiatan ilmiah, sikap ilmiah, dan keterampilan dalam proses ilmiah yang dikembangkan selama pembelajaran. Keterampilan ini sangat penting dan relevan dengan tantangan abad ke-21 (Nurjanah et al., 2022). Dalam Kurikulum 2013 dan Kurikulum Merdeka, pembelajaran dilakukan melalui empat pendekatan, yakni *discovery learning*, eksplorasi, pembelajaran yang berfokus pada pemecahan masalah, serta pembelajaran berbasis proyek (Nurhayati et al., 2022). Pemerintah Indonesia, melalui Kurikulum Merdeka, menekankan pentingnya pembelajaran yang berpusat pada siswa dan berorientasi pada penguatan kompetensi, termasuk kemampuan berpikir tingkat tinggi yang diwakili oleh keterampilan generik sains (KGS). Ini merupakan strategi pemerintah dalam menghadapi era globalisasi dan menjawab tuntutan abad ke-21. Hal ini juga sejalan dengan kebijakan internasional seperti OECD Learning Compass 2030 yang menekankan penguasaan kompetensi kognitif dan sosial-emosional untuk menjawab tantangan global (Chear & Yunus, 2019; Dewi, 2015; Fahrozy et al., 2022; Khawani & Rahmadana, 2023; Nurnina, 2021; Rahayu et al., 2022). Strategi ini diharapkan mampu menghasilkan individu yang kompeten dalam bidang teknologi dan sains sehingga dapat memajukan bangsa (Potkonjak et al., 2016; Stoet & Geary, 2018). Diketahui bahwa tuntutan abad ke-21 merupakan hal utama yang harus diperhatikan, khususnya di bidang pendidikan, untuk menghadapi tantangan di masa depan (Rosnaeni, 2021). Dengan kata lain, keterampilan yang dibutuhkan di abad ke-21 harus dikuasai (Arifin, 2017; Cholilah et al., 2023; Junedi et al., 2020; Mardhiyah et al., 2021).

Salah satu aspek yang merupakan bagian dari keterampilan abad ke-21 adalah KGS (Haryanto et al., 2024). KGS menjadi sangat penting karena mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep ilmiah (Pujani et al., 2022). Hal ini disebabkan karena KGS bukan hanya sekadar keterampilan, tetapi juga merupakan kemampuan intelektual yang muncul dari interaksi antara pengetahuan dan keterampilan ilmiah. Peran keterampilan generik sains sangat penting dalam mendukung proses pembelajaran, terutama dalam konteks pembelajaran IPA yang berfokus pada aspek proses pembelajaran (Utami et al., 2023). Keterampilan generik sains (KGS) merupakan salah satu bentuk kemampuan berpikir tingkat tinggi (Doyan et al., 2024). Keterampilan ini dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dengan baik (Doyan et al., 2025). Keterampilan Generik Sains (KGS) dapat ditumbuhkembangkan melalui pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) karena keterampilan ini merupakan bagian penting yang sangat diperlukan dalam proses pembelajaran IPA (Mustapa et al., 2023). Jika keterampilan generik sains siswa baik, maka pemahaman mereka terhadap ilmu pengetahuan juga akan baik.

Keterampilan generik sains adalah kemampuan siswa untuk berpikir dan bertindak berdasarkan pengetahuan yang dimiliki. Keterampilan ini dapat digunakan dalam melakukan aktivitas ilmiah dan berorientasi pada pengetahuan tingkat lanjut (Qahfi et al., 2024). Kualitas keterampilan generik sains mencakup kemampuan berpikir tingkat tinggi, kemampuan berkomunikasi, kemampuan bernalar, dan pembelajaran sepanjang hayat (Kawasaki et al., 2021; Yajima et al., 2018). Keterampilan generik sains dapat diterapkan di dunia kerja karena keterampilan ini dihasilkan dari kombinasi antara kemampuan intelektual dan keterampilan psikomotorik yang membentuk sikap yang akan bertahan seumur hidup (Doyan et al., 2025; Lee & Lee, 2022). Keterampilan generik sains merupakan kemampuan yang harus dimiliki oleh siswa agar pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dalam proses pembelajaran dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan menjawab tantangan di era yang semakin berkembang (Syuzita

et al., 2023). Keterampilan generik sains menghasilkan sikap sepanjang hayat karena merupakan kombinasi dari kemampuan intelektual dan keterampilan psikomotorik. Keterampilan ini digunakan untuk mempelajari berbagai konsep dan memecahkan masalah sains. Keterampilan generik sains memiliki sembilan indikator, yaitu pengamatan langsung, pengamatan tidak langsung, kesadaran terhadap skala, inferensi logis, pemodelan matematis, bahasa simbolik, hukum sebab-akibat, kerangka berpikir logis, dan penemuan konsep baru. Peningkatan KGS siswa perlu dilakukan di seluruh mata pelajaran, termasuk dalam pembelajaran IPA di jenjang Sekolah Dasar. Penguatan KGS sangat penting karena terbukti berkontribusi terhadap peningkatan literasi sains siswa. Namun, salah satu indikator utama dalam asesmen internasional seperti PISA menunjukkan bahwa skor literasi sains siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata OECD, mengindikasikan perlunya inovasi dalam pembelajaran sains di tingkat dasar (Sari & Yarza, 2022).

Salah satu pendekatan yang diyakini efektif dalam menumbuhkan KGS adalah Problem-Based Learning (PBL). Pendekatan PBL adalah salah satu metode pembelajaran aktif yang berfokus pada kemampuan siswa untuk menyelesaikan permasalahan yang bersifat kontekstual melalui kegiatan penyelidikan, analisis, serta kolaborasi dalam kelompok (Setiawan et al., 2023). Dalam konteks Sekolah Dasar, PBL menawarkan pengalaman belajar yang kontekstual dan menyenangkan, serta mendorong siswa untuk terlibat langsung dalam pengamatan, inferensi, dan pemodelan yang merupakan bagian dari indikator KGS seperti pengamatan langsung/tidak langsung, inferensi logis, dan kerangka berpikir logis. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa penerapan PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan ilmiah siswa (Saputra et al., 2020). Namun, hingga saat ini, masih minim kajian yang secara sistematis memetakan bagaimana tren penelitian mengenai pengembangan KGS melalui pendekatan PBL pada jenjang Sekolah Dasar berkembang dalam satu dekade terakhir. Sebagian besar studi bersifat studi kasus atau eksperimen terbatas, belum menyentuh pemetaan menyeluruh terkait kata kunci, topik dominan, keterhubungan antar tema, serta sumber-sumber publikasi yang aktif dalam bidang ini.

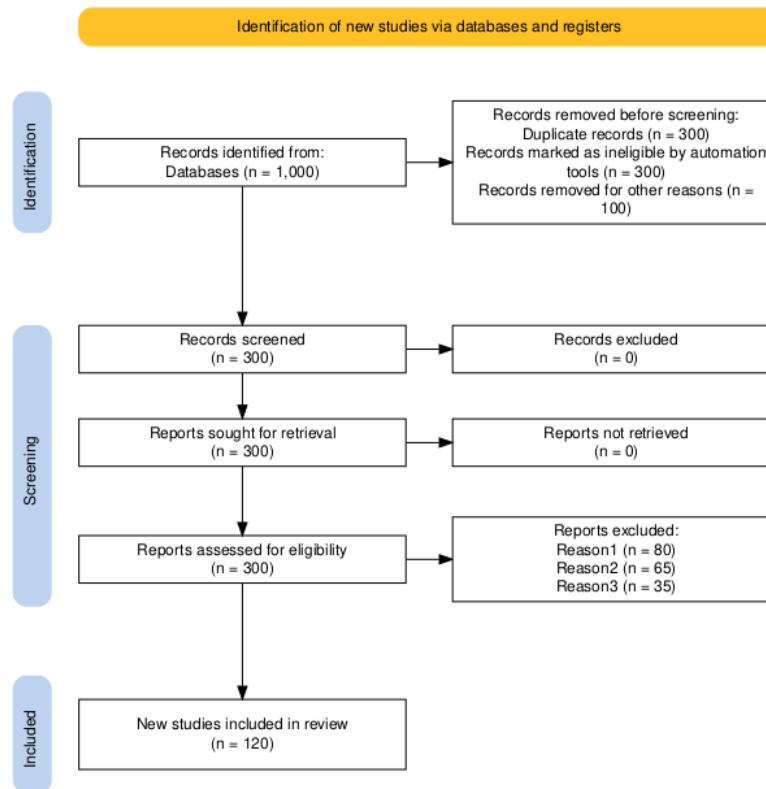
Melalui pendekatan analisis bibliometrik, artikel ini bertujuan untuk menyajikan peta riset PBL terhadap KGS di Sekolah Dasar selama periode 2015–2025 melalui pendekatan analisis bibliometrik. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai perkembangan tema riset, kata kunci dominan, sumber publikasi terkemuka, serta potensi arah pengembangan riset selanjutnya dalam pembelajaran IPA di Sekolah Dasar.

METODOLOGI

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dan analitis dengan teknik analisis bibliometrik. Penelitian ini bertujuan untuk memahami dan mendeskripsikan tren penelitian model PBL terhadap KGS dalam pembelajaran di Sekolah Dasar. Pendekatan bibliometrik digunakan untuk mengidentifikasi perkembangan jumlah publikasi, distribusi jenis publikasi, sumber jurnal utama, artikel yang banyak disitasi, serta kata kunci populer selama periode tahun 2015 hingga 2025. Data dalam penelitian ini diperoleh dari dokumen-dokumen yang terindeks oleh Google Scholar dan Dimension.ai. Pengambilan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Publish or Perish, yang memungkinkan ekstraksi metadata publikasi seperti nama penulis, judul artikel, tahun terbit, nama jurnal, dan jumlah sitasi. Sedangkan Dimension.ai digunakan untuk melengkapi data dan memverifikasi akurasi dari artikel-artikel yang relevan. Proses pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci dalam bahasa Indonesia dan Inggris, antara lain: “Problem Based Learning”, “Generic Science Skills”, “Keterampilan Generik Sains”, dan “Sekolah Dasar” atau “Elementary School”. Kata kunci ini

dikombinasikan menggunakan operator Boolean (AND, OR) untuk mendapatkan hasil yang lebih spesifik. Rentang waktu publikasi ditetapkan dari 2015 hingga 2025.

Dokumen yang diperoleh melalui Google Scholar dan Dimension.ai diseleksi menggunakan pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Tahapan seleksi meliputi seperti gambar di bawah:



Gambar 1. Seleksi Literatur (Teknik PRISMA)

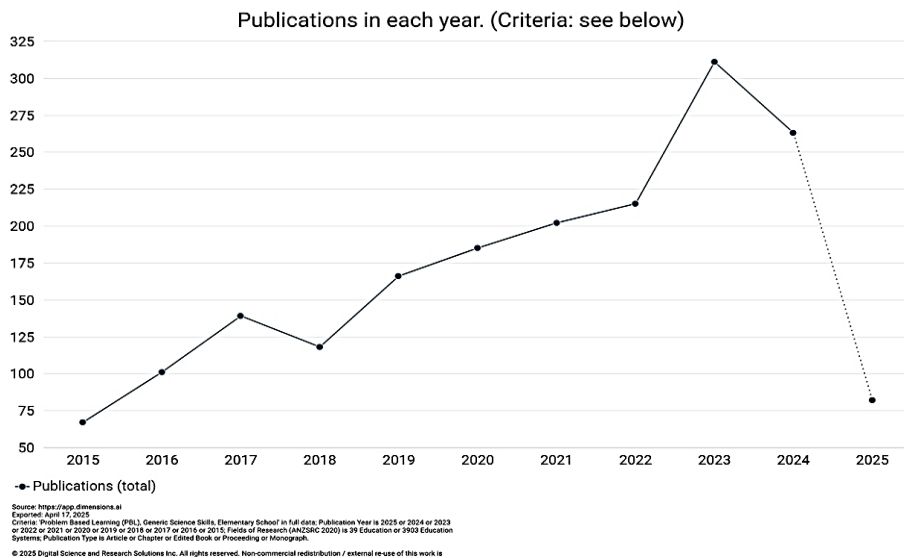
Setelah proses seleksi, diperoleh 1.000 dokumen yang dianalisis lebih lanjut. Data bibliometrik dari hasil seleksi dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Analisis dilakukan dengan menghasilkan tiga jenis visualisasi, yaitu: (1). Network Visualization: untuk memetakan hubungan antar kata kunci, (2). Overlay Visualization: untuk melihat evolusi kata kunci dari tahun ke tahun, (3) Density Visualization: untuk mengidentifikasi tema-tema yang paling sering dikaji. Dalam analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer, digunakan dua jenis algoritma utama untuk mengelompokkan data: algoritma co-occurrence dan co-authorship. Algoritma co-occurrence menganalisis seberapa sering kata kunci tertentu muncul secara bersamaan dalam satu dokumen, sehingga dapat mengidentifikasi tema atau topik yang saling berkaitan. Sementara itu, algoritma co-authorship digunakan untuk melihat hubungan kolaborasi antar penulis atau institusi, sehingga dapat diketahui kelompok peneliti yang aktif di bidang tertentu. Kedua algoritma ini bekerja secara otomatis untuk membentuk kluster atau kelompok yang merepresentasikan topik-topik utama dalam kumpulan dokumen yang dianalisis.

Agar hasil analisis ini lebih akurat dan dapat dipercaya, dilakukan beberapa langkah validasi data. Pertama, dilakukan pemeriksaan manual terhadap data publikasi yang diekstrak untuk memastikan tidak ada duplikasi atau kesalahan informasi. Kedua, dilakukan pengecekan silang antara hasil dari Google Scholar dan Dimension.ai untuk memastikan bahwa artikel yang

digunakan memang relevan dan akurat. Ketiga, hasil visualisasi dan klasterisasi dari VOSviewer kemudian ditafsirkan kembali dengan membandingkannya pada literatur-literatur yang sudah ada, guna memastikan bahwa temuan sesuai dengan konteks kajian ilmiah yang valid. Hasil dari proses ini diinterpretasikan untuk mengungkap tren, potensi arah riset, serta celah (*research gap*) yang dapat dikembangkan dalam penelitian berikutnya di bidang pembelajaran IPA berbasis PBL di Sekolah Dasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan peta riset terkait model PBL terhadap pengembangan KGS di tingkat Sekolah Dasar. Analisis dilakukan melalui pendekatan bibliometrik dengan cakupan data publikasi pada rentang tahun 2015 hingga 2025. Data yang dianalisis diperoleh dari sejumlah dokumen penelitian yang membahas penerapan model PBL dalam konteks penguatan KGS di sekolah dasar. Riset penelitian mengenai PBL terhadap KGS di sekolah dasar menunjukkan perkembangan yang cukup dinamis dalam kurun waktu 2015 hingga 2025.



Gambar 2. Riset Penelitian Model PBL terhadap KGS di Sekolah Dasar

Gambar 2 menampilkan visualisasi peta riset yang menggambarkan tren penelitian terkait model PBL terhadap KGS di sekolah dasar selama periode tersebut. Pada tahun 2015, jumlah penelitian tercatat sebanyak 67 dan mengalami peningkatan cukup signifikan di tahun 2016 menjadi 101. Tren ini terus meningkat pada tahun 2017 menjadi 139, meskipun sempat mengalami sedikit penurunan pada tahun 2018 dengan jumlah 118 penelitian. Namun, mulai tahun 2019 hingga 2023, tren ini kembali menunjukkan peningkatan konsisten: 166 penelitian pada 2019, 185 pada 2020, 202 pada 2021, 215 pada 2022, hingga mencapai puncaknya pada tahun 2023 dengan jumlah 311 penelitian.

Tren peningkatan jumlah publikasi yang berkaitan dengan PBL dan KGS, terutama pada tahun-tahun antara 2017 hingga 2023, menunjukkan adanya urgensi praktis dalam dunia pendidikan untuk menemukan solusi terhadap rendahnya keterampilan generik sains siswa sekolah dasar. Hal ini selaras dengan kebutuhan pembelajaran PBL yang tidak hanya berorientasi pada konten, tetapi juga menekankan proses berpikir ilmiah, pemecahan masalah, dan kolaborasi

semua ini merupakan elemen penting dalam teori pembelajaran konstruktivistik dan pembelajaran abad ke-21. Model ini terbukti efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, serta kemampuan komunikasi dan kolaborasi siswa melalui pembelajaran berbasis masalah nyata. Namun, setelah mencapai puncak pada tahun 2023, tren penelitian mulai mengalami penurunan. Pada tahun 2024, jumlah penelitian menurun menjadi 263, dan penurunan yang cukup drastis terjadi pada tahun 2025 dengan hanya 82 penelitian. Fenomena ini mungkin dipengaruhi oleh kejenuhan topik di kalangan peneliti, pergeseran arah kebijakan pendidikan, atau munculnya model-model pembelajaran baru yang menjadi fokus penelitian selanjutnya. Secara keseluruhan, tren ini mencerminkan bahwa model PBL pernah menjadi perhatian utama dalam upaya meningkatkan keterampilan generik sains di sekolah dasar, meskipun dalam dua tahun terakhir minat terhadap topik ini mulai mengalami penurunan. Kemudian, berdasarkan data jenis publikasi, penelitian mengenai model PBL terhadap KGS di sekolah dasar tersebar dalam berbagai bentuk sebagaimana yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Riset Penelitian Model PBL terhadap KGS di Sekolah Dasar Berdasarkan Jenis Publikasi

Jenis Publikasi	Jumlah
<i>Edited Book</i> (buku)	803
<i>Article</i> (artikel jurnal)	437
<i>Chapter</i> (sub-bagian buku)	311
<i>Monograph</i> (monograf)	236
<i>Proceeding</i> (artikel proseding)	62

Tabel 1 menunjukkan jenis publikasi yang paling dominan adalah *Edited Book* (buku) dengan jumlah 803 publikasi. Hal ini menunjukkan bahwa topik ini banyak dibahas dalam buku-buku yang disusun oleh beberapa penulis dengan kontribusi beragam, yang mencerminkan luasnya kajian dan perspektif terhadap penerapan PBL dalam meningkatkan KGS. Selanjutnya, terdapat 437 publikasi dalam bentuk artikel, yang biasanya diterbitkan di jurnal ilmiah. Ini menunjukkan bahwa riset-riset yang bersifat empiris dan teruji secara akademik juga memiliki proporsi yang tinggi, menandakan kualitas dan validitas ilmiah yang kuat dari topik ini. Sementara itu, publikasi dalam bentuk *Chapter* (sub-bagian buku) sebanyak 311 mengindikasikan bahwa riset ini juga sering dijadikan bagian dari pembahasan dalam buku komprehensif atau kumpulan tulisan ilmiah. Selain itu, terdapat 236 monograf yang mengindikasikan adanya karya tunggal yang fokus membahas topik ini secara mendalam. Terakhir, publikasi dalam bentuk *proceeding* (artikel proseding) sejumlah 62 menunjukkan bahwa topik ini juga sering dibahas dalam forum-forum ilmiah seperti seminar atau konferensi. Distribusi jenis publikasi ini memperlihatkan bahwa riset mengenai PBL dan keterampilan generik sains di sekolah dasar cukup luas jangkauannya serta mendapat perhatian di berbagai bentuk karya ilmiah.

Selanjutnya, disajikan pula pada Tabel 2 sebuah riset yang memuat sepuluh besar sumber judul teratas mengenai judul penelitian terkait model PBL terhadap keterampilan generik sains di sekolah dasar. Kesepuluh sumber ini merupakan sebuah sumber dari karya-karya yang paling sering dikutip oleh peneliti lain dalam bidang yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa sumber-sumber judul tersebut memiliki pengaruh yang besar dan menjadi rujukan penting dalam pengembangan riset serupa.

Tabel 2. Sepuluh (10) Sumber Teratas dalam Tren Penelitian Model PBL terhadap KGS di Sekolah Dasar Tahun 2015-2025

Nama Sumber/Jurnal	Jumlah Publikasi	Jumlah Sitasi	Rataan Sitasi
NWU Self-Directed Learning Series	131	216	1.65
Advances in Social Science, Education & Humanities Research	48	74	1.54
Lecture Notes in Networks and Systems	30	68	2.27
Communications in Computer and Information Science	28	99	3.54
Lecture Notes in Educational Technology	25	141	5.64
Advances in Intelligent Systems and Computing	23	135	5.87
Jurnal Penelitian Pendidikan IPA	21	55	2.62
Education Sciences	18	291	16.17
Integration of Education	16	53	3.31
Opening Eyes	14	11	0.79

Berdasarkan data pada Tabel 2, terlihat bahwa sumber publikasi penelitian model PBL terhadap KGS di sekolah dasar yang paling banyak dipublikasikan adalah NWU Self-Directed Learning Series dengan 131 publikasi dan 216 sitasi, meskipun rata-rata sitasinya (*citation mean*) sebesar 1,65. Tingginya jumlah publikasi dari sumber ini menunjukkan bahwa NWU Self-Directed Learning Series merupakan salah satu platform atau wadah utama bagi para peneliti dalam mengkaji dan mempublikasikan riset terkait pembelajaran berbasis masalah dan pengembangan keterampilan sains generik di tingkat sekolah dasar. Meskipun rata-rata sitasinya tidak terlalu tinggi dibandingkan sumber lainnya, frekuensi kutipan secara keseluruhan menunjukkan bahwa karya-karya yang diterbitkan dalam seri ini tetap menjadi acuan penting. Hal ini mengindikasikan bahwa seri tersebut memiliki cakupan topik yang relevan dan yang sejalan dengan prinsip-prinsip penelitian mengenai model PBL terhadap KGS di sekolah dasar.

Selanjutnya, akan ditampilkan sepuluh judul artikel teratas yang paling sering dijadikan referensi atau dikutip oleh peneliti lain dalam penelitian model PBL terhadap keterampilan generik sains di sekolah dasar. Daftar tersebut disajikan pada Tabel 3 sebagai bentuk pemetaan terhadap karya-karya ilmiah yang memiliki pengaruh besar dalam pengembangan riset terkait penelitian sejenis.

Tabel 3. Sepuluh (10) Publikasi dengan Sitasi Teratas dalam Tren Penelitian Model PBL terhadap KGS di Sekolah Dasar Tahun 2015-2025

Jumlah Sitasi	Tahun Terbit	Penulis	Judul Publikasi
772	2018	Bruce B. Frey	The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement, and Evaluation
524	2015	Cyrille Gaudin, Sébastien Chaliès	Video Viewing in Teacher Education and Professional Development: A Literature Review
444	2016	Philip Hallinger	Bringing Context Out of the Shadows of Leadership
313	2017	Samuel Kai Wah Chu, Rebecca B. Reynolds, Nicole J. Tavares,	21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning, from Theory to Practice

		Michele Notari, Celina Wing Yi Lee	
297	2017	Dale H. Schunk, Jeffrey A. Greene (Eds.)	Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance
261	2015	Zoltán Dörnyei, Alastair Henry, Christine Muir	Motivational Currents in Language Learning, Frameworks for Focused Interventions
235	2021	OECD	OECD Digital Education Outlook 2021
224	2017	Jeroen J. G. van Merriënboer, Paul A. Kirschner	Ten Steps to Complex Learning, A Systematic Approach to Four-Component Instructional Design
219	2017	Lina Markauskaite, Peter Goodyear	Epistemic Fluency and Professional Education, Innovation, Knowledgeable Action and Actionable Knowledge
207	2017	OECD	The Nature of Problem Solving

Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 3, dapat dianalisis bahwa sepuluh artikel teratas yang paling sering dikutip dalam penelitian model PBL terhadap KGS di sekolah dasar selama periode 2015–2025 merupakan karya-karya yang memiliki pengaruh besar dalam bidang pendidikan, khususnya dalam pendekatan penelitian terkait. Artikel dengan kutipan tertinggi berasal dari Frey (2018) berjudul *The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement, and Evaluation* dengan total 772 sitasi, menandakan bahwa publikasi ini sangat fundamental dan dijadikan referensi utama oleh banyak peneliti. Selanjutnya, artikel dari Gaudin & Chaliès (2015) berjudul *Video Viewing in Teacher Education and Professional Development* memperoleh 524 kutipan, menunjukkan pentingnya teknologi dan media dalam pengembangan profesional guru, yang relevan dengan penerapan PBL. Hallinger (2016) dengan karyanya *Bringing Context Out of The Shadows of Leadership* juga menempati posisi tinggi dengan 444 sitasi, menekankan pentingnya konteks dan kepemimpinan dalam implementasi pembelajaran.

Artikel lainnya yang juga banyak dikutip meliputi topik keterampilan abad ke-21, regulasi diri, motivasi dalam pembelajaran, dan desain instruksional kompleks, seperti yang ditulis oleh Chu et al., 2017; Dörnyei et al., 2015; Markauskaite & Goodyear, 2017; Schunk & Greene, 2017; van Merriënboer & Kirschner, 2017). Dua publikasi dari OECD juga masuk dalam daftar ini, menggarisbawahi pentingnya kebijakan pendidikan global dalam mendukung pendekatan PBL. Keseluruhan data ini menunjukkan bahwa penelitian PBL tidak berdiri sendiri, melainkan berkaitan erat dengan berbagai tema penting seperti teknologi pendidikan, desain instruksional, regulasi diri, dan pembelajaran berbasis keterampilan abad ke-21 yang semuanya berkontribusi dalam meningkatkan keterampilan generik sains di tingkat sekolah dasar.

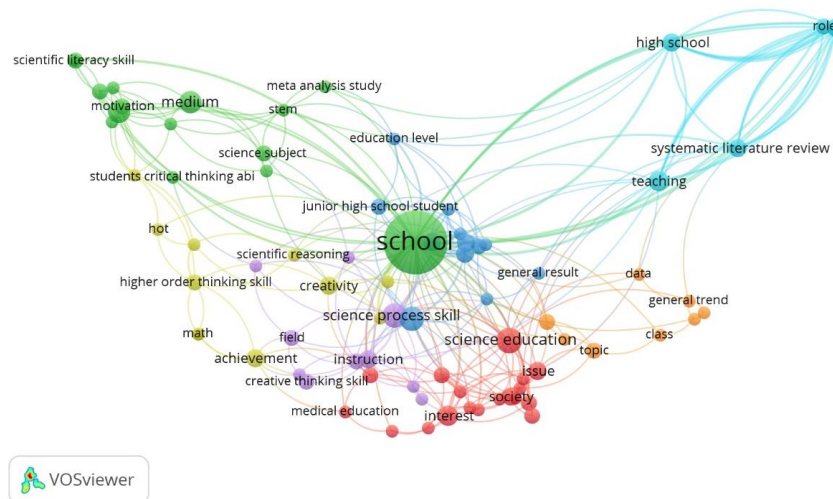
Berikut ini ditampilkan sepuluh kata kunci paling populer yang berkaitan dengan penelitian mengenai model PBL terhadap KGS pada siswa sekolah dasar selama periode tahun 2015 hingga 2025.

Tabel 4. Frekuensi Kata Kunci dalam Tren Penelitian Model PBL terhadap KGS di Sekolah Dasar Tahun 2015-2025

Terms (Istilah Kunci)	Occurrences (Kemunculan)	Relevance (Relevansi)
Problem	111	2.56
Skill	83	2.11
Project	13	1.11
PBL	52	0.87
Critical thinking skill	25	0.84
Model	47	0.58
Elementary School	47	0.54
Elementary School Student	21	0.47
Student	38	0.42
Effect	26	0.38

Berdasarkan analisis kata kunci dalam tren penelitian model PBL terhadap KGS di sekolah dasar selama tahun 2015–2025, terdapat sepuluh kata kunci utama yang sering muncul dan relevan dengan topik kajian ini. Kata “*Problem*” menjadi kata kunci dengan frekuensi tertinggi, yaitu sebanyak 111 kali, dan relevansi sebesar 2.56. Pernyataan ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis masalah menjadi landasan utama dalam berbagai penelitian tersebut. Disusul oleh kata “*Skill*” sebanyak 83 kali, yang mencerminkan fokus penelitian terhadap pengembangan berbagai keterampilan siswa, termasuk Keterampilan Generik Sains. Kata kunci “PBL” sendiri muncul sebanyak 52 kali dengan relevansi 0.87, menandakan bahwa singkatan dari PBL ini banyak digunakan dalam diskusi akademik. Menariknya, kata “*Critical Thinking Skill*” tercatat sebanyak 25 kali, dengan relevansi 0.84, menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis sering diteliti bersamaan dengan keterampilan generik sains, misalnya pada penelitian yang dilakukan oleh Abrami et al. (2015), Rusmansyah et al. (2018) dan Syuzita et al., (2023). Selain itu, kata “Model” dan “*Elementary school*” masing-masing muncul sebanyak 47 kali, menguatkan bahwa fokus penelitian berada pada penerapan model pembelajaran di tingkat sekolah dasar. Kata “*Elementary School Student*” dan “*Student*” juga muncul cukup sering, memperjelas subjek penelitian. Adapun kata “effect” muncul 26 kali, menandakan bahwa sebagian besar riset menekankan pada pengaruh atau dampak dari penerapan PBL terhadap kemampuan siswa. Analisis kata kunci ini menggambarkan arah dan kecenderungan topik yang mendominasi dalam penelitian PBL terhadap keterampilan generik sains di sekolah dasar.

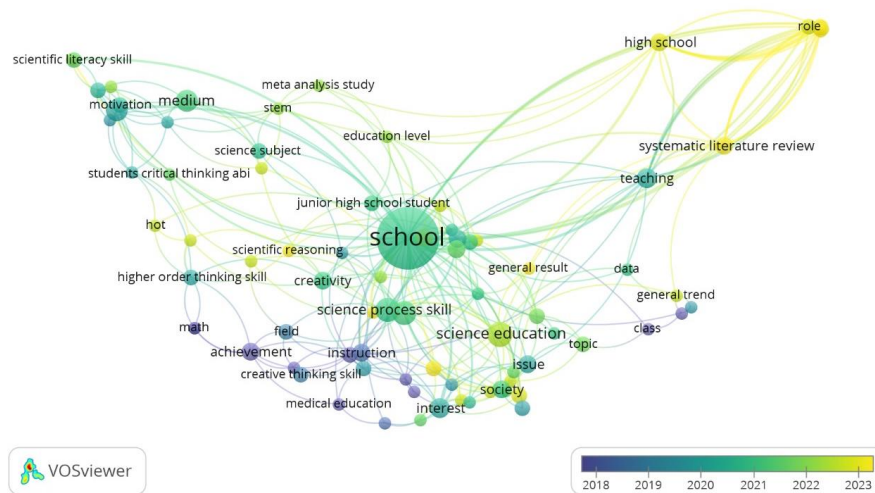
Selanjutnya, ditampilkan pula visualisasi dalam bentuk peta lanskap yang menyajikan representasi visual dari topik-topik yang berhubungan dengan kajian ilmiah. Visualisasi ini merupakan hasil dari pemetaan bibliometrik terhadap jaringan co-word dalam artikel-artikel yang membahas topik Model PBL terhadap KGS di Sekolah Dasar, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Visualisasi Jaringan pada Tren Model PBL terhadap KGS di Sekolah Dasar

Gambar 3 memperlihatkan hasil pemetaan kata kunci secara bibliometrik yang merepresentasikan tren penelitian mengenai Model PBL terhadap pengembangan KGS di Sekolah Dasar. Dalam gambar tersebut teridentifikasi sebanyak 34 kata kunci yang paling sering digunakan dalam kajian-kajian terkait pembelajaran IPA dari tahun 2015 hingga 2025. Kata kunci tersebut dikelompokkan ke dalam tujuh klaster berdasarkan keterkaitannya. Klaster pertama ditandai dengan warna merah dan mencakup lima kata kunci utama, yaitu *Science Education*, *Issue*, *Society*, *Interest*, dan *Medical Education*. Klaster kedua berwarna oranye, terdiri dari empat kata kunci yang meliputi data, *General Trend*, *Class*, dan *Topic*. Klaster ketiga yang berwarna biru memuat tiga kata kunci, yakni *General Result*, *Junior High School Student*, dan *Education Level*. Sementara itu, klaster keempat ditampilkan dalam warna hijau toska, mencakup empat kata kunci seperti *Role*, *Systematic Literature Review*, *Teaching*, dan *High School*. Klaster kelima merupakan yang terbesar, ditandai dengan warna hijau, dan terdiri dari delapan kata kunci di antaranya *Critical Thinking*, *Science Subject*, *Scientific Literacy Skill*, dll. Selanjutnya, klaster keenam berwarna kuning terdiri dari empat kata kunci seperti *Student*, *Math*, *Creativity*, dan *Hot*. Terakhir, klaster ketujuh ditampilkan dalam warna ungu dan memuat enam kata kunci, antara lain *Field*, *Creative Thinking Skill*, *Instruction*, dan *Scientific*. Pemetaan ini memperlihatkan bahwa visualisasi jaringan menggambarkan hubungan antar istilah yang saling berkaitan. Kata kunci yang terbagi ke dalam tujuh klaster disusun dalam bentuk bagan berwarna, di mana setiap warna merepresentasikan kelompok tertentu yang tetap memiliki keterkaitan dengan klaster lainnya. Hasil analisis ini menunjukkan adanya sejumlah kata kunci yang sering muncul dalam penelitian mengenai model PBL terhadap pengembangan KGS di tingkat sekolah dasar. Semakin banyak kata kunci yang teridentifikasi, maka semakin luas dan kompleks pula visualisasi jaringan yang terbentuk.

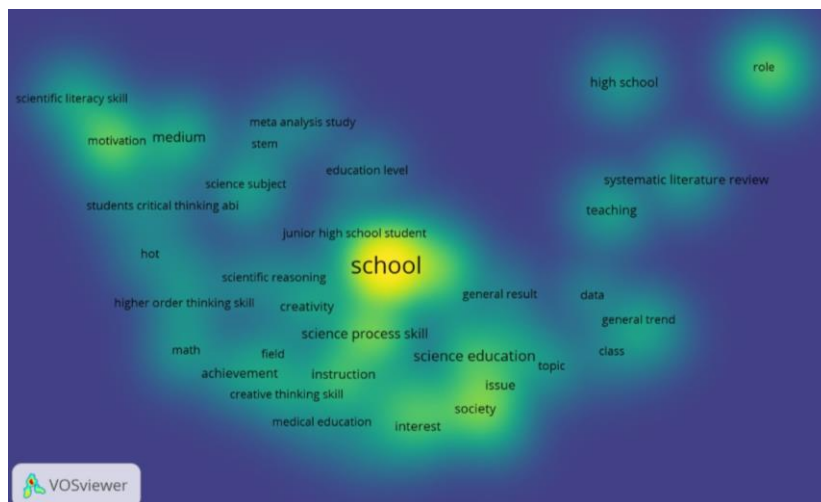
Berikutnya akan disajikan kata kunci mengenai model PBL terhadap pengembangan KGS di tingkat sekolah dasar berdasarkan overlay visualisasi.



Gambar 4. Visualisasi Overlay pada Tren Model PBL terhadap KGS di Sekolah Dasar

Visualisasi overlay pada gambar ini menggambarkan perkembangan temporal kata kunci dalam penelitian mengenai model PBL terhadap KGS di sekolah dasar. Warna pada setiap kata kunci menunjukkan tahun kemunculan atau intensitas penelitian dalam rentang waktu tertentu, di mana gradasi warna biru mewakili kata kunci yang banyak muncul pada tahun-tahun awal (sekitar 2018), sementara warna kuning menandakan kata kunci yang lebih sering digunakan dalam penelitian terbaru hingga tahun 2023. Dari visualisasi ini dapat dilihat bahwa istilah seperti *science education*, *school*, dan *critical thinking* muncul konsisten sejak awal, menandakan fokus berkelanjutan terhadap pembentukan kemampuan berpikir ilmiah siswa. Sementara itu, kata kunci seperti *systematic literature review*, *high school*, dan *teaching* muncul dengan warna yang lebih terang, menunjukkan bahwa istilah tersebut mulai mendapat perhatian yang lebih besar dalam penelitian-penelitian terbaru. Overlay ini tidak hanya memperlihatkan tren waktu, tetapi juga membantu mengidentifikasi pergeseran fokus penelitian dari topik-topik dasar menuju pendekatan yang lebih sistematis dan aplikatif seiring berjalannya waktu.

Di bawah ini disajikan kata kunci terkait penelitian model PBL terhadap KGS di sekolah dasar berdasarkan visualisasi kerapatan (*density visualization*).



Gambar 5. Visualisasi Kerapatan pada Tren Model PBL terhadap KGS di Sekolah Dasar

Visualisasi kepadatan pada gambar ini menampilkan intensitas kemunculan kata kunci dalam penelitian mengenai model PBL terhadap KGS di sekolah dasar. Warna pada peta ini merepresentasikan tingkat kepadatan atau frekuensi penggunaan kata kunci, di mana Semakin terang warna suatu tema dalam visualisasi, menandakan bahwa tema tersebut telah banyak diteliti dalam berbagai studi. Sebaliknya, tema dengan warna yang lebih gelap atau redup menunjukkan bahwa topik tersebut masih jarang menjadi fokus penelitian (Kaur et al., 2022; Liao et al., 2018). Warna kuning menunjukkan area dengan kepadatan tinggi, hijau menunjukkan kepadatan sedang, dan biru menandakan kepadatan rendah. Dari visualisasi tersebut, tampak bahwa kata kunci *School* berada di pusat dan memiliki kepadatan tertinggi, menandakan bahwa istilah ini merupakan fokus utama dan paling sering muncul dalam literatur terkait. Selain itu, kata kunci seperti *Science Education*, *Science Process Skill*, dan *Critical Thinking* juga menunjukkan tingkat kepadatan yang cukup tinggi, menandakan pentingnya topik tersebut dalam konteks pembelajaran IPA berbasis masalah. Sebaliknya, istilah seperti *Role*, *Systematic Literature Review*, dan *High School* berada di area dengan kepadatan lebih rendah, mengindikasikan bahwa meskipun relevan, topik-topik ini belum menjadi fokus dominan. Secara keseluruhan, visualisasi ini membantu mengidentifikasi pusat-pusat perhatian dalam penelitian serta menggambarkan distribusi popularitas topik yang dibahas dalam pengembangan keterampilan generik sains melalui pendekatan PBL di sekolah dasar.

Pembahasan

Secara keseluruhan, penelitian mengenai penerapan model PBL terhadap KGS di tingkat sekolah dasar memiliki urgensi yang tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh efektivitas model PBL dalam mendorong pengembangan keterampilan abad ke-21, khususnya dalam aspek keterampilan generik sains (KGS). Keterampilan ini sangat penting untuk dimiliki oleh peserta didik agar mereka mampu mengelola dan menganalisis informasi secara kritis dalam rangka memecahkan berbagai permasalahan, baik yang muncul dalam proses pembelajaran maupun dalam kehidupan sehari-hari. Model ini terbukti efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, serta kemampuan komunikasi dan kolaborasi siswa melalui pembelajaran berbasis masalah nyata (Yunitasari et al., 2022).

Penurunan jumlah publikasi terkait PBL dan KGS yang signifikan setelah tahun 2023 perlu menjadi perhatian serius. Penurunan ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kejenuhan topik di kalangan akademisi, pergeseran minat ke model pembelajaran baru seperti STEAM atau berbasis teknologi digital, serta perubahan arah kebijakan pendidikan nasional yang mendorong pembelajaran berbasis numerasi dan literasi dasar. Selain itu, dampak pascapandemi juga berpengaruh pada dinamika penelitian, terutama karena keterbatasan akses lapangan dan fokus guru pada pemulihan pembelajaran. Penurunan tren ini berdampak terhadap kesinambungan pengembangan teori dan praktik PBL, sehingga diperlukan upaya untuk menghidupkan kembali diskursus ini melalui integrasi pendekatan baru yang lebih relevan dengan kondisi terkini.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicermati. Pertama, data bibliometrik yang digunakan berasal dari database terbuka seperti Google Scholar dan Dimension.ai, yang meskipun luas, tidak selalu mencakup jurnal bereputasi tinggi seperti Scopus atau Web of Science. Kedua, penggunaan kata kunci dalam dua bahasa (Indonesia dan Inggris) dapat menyebabkan hasil yang belum sepenuhnya merepresentasikan seluruh penelitian yang relevan. Ketiga, studi ini bersifat kuantitatif bibliometrik dan belum melibatkan analisis isi secara mendalam terhadap substansi artikel. Keterbatasan ini membuka peluang untuk penelitian lanjutan dengan pendekatan sistematik review atau meta-analisis.

Hasil penelitian ini selaras dengan temuan sebelumnya yang menekankan bahwa pendekatan PBL efektif dalam menumbuhkan keterampilan abad ke-21, terutama kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, dan literasi sains (Yunitasari et al., 2022). Visualisasi tren dan kata kunci juga memperkuat literatur terdahulu mengenai pentingnya integrasi model pembelajaran kontekstual dalam pendidikan dasar (Abe & Birabil, 2022; Vinh et al., 2022; Yunita et al., 2019). Secara kebijakan, hasil ini mendukung pelaksanaan Kurikulum Merdeka dan penguatan Profil Pelajar Pancasila yang menekankan pada pembelajaran berbasis proyek dan penguatan karakter ilmiah siswa. Perlunya penyusunan panduan praktis implementasi PBL yang dapat disesuaikan dengan kondisi sekolah dasar di berbagai daerah. Sementara itu, dari sisi praktik, guru perlu diberikan pelatihan yang lebih aplikatif dan berbasis konteks lokal dalam menerapkan PBL yang mendorong terbentuknya keterampilan generik sains. Selain itu, penting juga mengintegrasikan teknologi pembelajaran berbasis masalah agar pembelajaran lebih menarik dan relevan dengan dunia digital yang dihadapi siswa.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa model PBL memiliki pengaruh signifikan dalam mengembangkan keterampilan generik sains (KGS) siswa di tingkat Sekolah Dasar. Tren penelitian selama satu dekade terakhir mengalami peningkatan signifikan hingga tahun 2023, yang mengindikasikan besarnya perhatian peneliti terhadap efektivitas PBL dalam pembelajaran sains. Meski demikian, tren tersebut mulai menurun pada dua tahun terakhir yang kemungkinan dipengaruhi pergeseran fokus riset. Jenis publikasi yang paling dominan adalah edited book dan artikel jurnal, dengan kata kunci populer seperti “problem”, “skill”, dan “critical thinking”. Visualisasi bibliometrik menunjukkan bahwa isu pendidikan sains, berpikir kritis, dan keterampilan abad ke-21 menjadi fokus utama penelitian.

Kontribusi utama studi ini terletak pada pemetaan sistematis perkembangan riset PBL dan KGS dalam konteks pendidikan dasar selama satu dekade terakhir. Dengan menggunakan pendekatan bibliometrik, studi ini tidak hanya memberikan informasi kuantitatif mengenai tren publikasi, tetapi juga memperlihatkan pola kolaborasi, fokus tematik, dan keterkaitan antara kata kunci yang mencerminkan arah pemikiran dan perhatian ilmiah di bidang ini. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya mempertahankan inovasi dalam penerapan PBL, serta perlunya eksplorasi riset lanjutan terhadap dimensi lain keterampilan sains generik guna mendukung pembelajaran yang relevan dan aplikatif bagi generasi masa depan.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar fokus diarahkan pada inovasi pedagogik berbasis teknologi dalam penerapan PBL, seperti pemanfaatan media digital interaktif atau pembelajaran berbasis simulasi ilmiah yang dapat meningkatkan indikator-indikator KGS. Selain itu, perlu dilakukan kajian evaluatif terhadap implementasi PBL secara langsung di sekolah dasar, termasuk studi longitudinal untuk menilai dampaknya terhadap penguasaan KGS dalam jangka panjang. Riset mendalam mengenai faktor pendukung dan penghambat implementasi PBL di lapangan juga akan memberikan kontribusi penting dalam pengembangan kebijakan pendidikan yang berbasis bukti. Dengan demikian, hasil penelitian tidak hanya bermanfaat bagi dunia akademik, tetapi juga memberikan rekomendasi konkret untuk praktik pembelajaran di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, E. C., & Birabil, S. T. (2022). Fostering creativity and critical thinking in 21st century classroom. *Innovare Journal of Education*, 10(3), 8–12. <https://dx.doi.org/10.22159/ijoe.2022v10i3.44671>
- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Waddington, D. I., Wade, C. A., & Persson, T. (2015). Strategies for teaching students to think critically: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 85(2), 275–314. <https://doi.org/10.3102/0034654314551063>
- Arifin, Z. (2017). Mengembangkan instrumen pengukur critical thinking skills siswa pada pembelajaran matematika abad 21. *Jurnal THEOREMS (The Original Research of Mathematics)*, 1(2), 92–100. <https://doi.org/10.31949/th.v1i2.383>
- Chear, S. L. S., & Yunus, M. M. (2019). Strategi penerapan kemahiran abad ke-21 dalam latihan guru prasekolah. *Southeast Asia Early Childhood Journal*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.37134/saecj.vol8.no1.1.2019>
- Cholilah, M., Tatuwo, A. G. P., Komariah, K., Rosdiana, S. P., & Fatirul, A. N. (2023). Pengembangan kurikulum merdeka dalam satuan pendidikan serta implementasi kurikulum merdeka pada pembelajaran abad 21. *Sanskara Pendidikan dan Pengajaran*, 1(2), 56–67. <https://doi.org/10.58812/spp.v1i02.110>
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., & Lee, C. W. Y. (2017). *21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning, From Theory to Practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-2481-8>
- Dewi, F. (2015). Proyek buku digital: Upaya peningkatan keterampilan abad 21 calon guru sekolah dasar melalui model pembelajaran berbasis proyek. *Metodik Didaktik*, 9(2), 1–15. <https://doi.org/10.17509/md.v9i2.3248>
- Dörnyei, Z., Henry, A., & Muir, C. (2015). *Motivational Currents in Language Learning: Frameworks for Focused Interventions*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315772714>
- Doyan, A., Susilawati, S., Harjono, A., Annam, S., Ikhsan, M., Ardianti, N. R., & Hakim, S. (2025). A review: Improving generic science skills through interactive web-based modern physics learning media with PjBL model. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(3), 76–85. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i3.10439>
- Doyan, A., Wahyudi, W., Ayub, S., Harjono, A., & Susilawati, S. (2024). Effectiveness of thermodynamics textbooks assisted by Heyzine Flipbook to improve students' generic science, critical thinking and conceptual understanding. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(10), 7839–7844. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i10.9091>
- Eyisi, D. (2016). The usefulness of qualitative and quantitative approaches and methods in researching problem-solving ability in science education curriculum. *Journal of Education and Practice*, 7(15), 91–100. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/30822/31645>.
- Fahrozy, F. P. N., Iskandar, S., Abidin, Y., & Sari, M. Z. (2022). Upaya pembelajaran abad 19-

- 20 dan pembelajaran abad 21 di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 3093–3101. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2098>
- Frey, B. B. (2018). *The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement, and Evaluation*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781506326139>
- Gaudin, C., & Chaliès, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 16, 41–67. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.06.001>
- Hallinger, P. (2016). Bringing context out of the shadows of leadership. *Educational Management Administration & Leadership*, 46(1), 5–24. <https://doi.org/10.1177/1741143216670652>
- Haryanto, H., Asyhar, R., Astalini, A., Agus Kurniawan, D., Wina Oktavia, S., Triani, E., Zannah Azzahra, M., & Andriyanto, A. (2024). The effect of problem-based learning model on generic science skills and creative thinking skills in science learning. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 25(3), 1022–1036. <https://doi.org/10.23960/jpmipa/v25i3.pp1022-1036>
- Junedi, B., Mahuda, I., & Kusuma, J. W. (2020). Optimalisasi keterampilan pembelajaran abad 21 dalam proses pembelajaran pada guru MTS Massaratul Mut'allimin Banten. *Transformasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 16(1), 63–72. <https://doi.org/10.20414/transformasi.v16i1.1963>
- Kaur, S., Kumar, R., Kaur, R., Singh, S., Rani, S., & Kaur, A. (2022). Piezoelectric materials in sensors: Bibliometric and visualization analysis. *Materials Today: Proceedings*, 65(8), 3780–3786. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.06.484>
- Kawasaki, K., Kubota, Y., & Yajima, K. (2021). Attempts to improve the curriculum based on ongoing research into Generic Skills. *2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 74–79. <https://doi.org/10.1109/educon46332.2021.9454127>
- Khawani, A., & Rahmadana, J. (2023). Penerapan model pembelajaran inovatif abad 21 pada pembelajaran tematik untuk menumbuhkan kreatifitas peserta didik di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 231–240. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i1.4280>
- Lee, A., & Lee, S. J. (2022). Korean university students' significant learning experiences and associated generic skills: A qualitative essay review. *Frontiers in Education*, 7, 886375. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.886375>
- Liao, H., Tang, M., Luo, L., Li, C., Chiclana, F., & Zeng, X.-J. (2018). A bibliometric analysis and visualization of medical big data research. *Sustainability*, 10(1), 166. <https://doi.org/10.3390/su10010166>
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya keterampilan belajar di abad 21 sebagai tuntutan dalam pengembangan sumber daya manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29–40. <https://doi.org/10.31849/lectura.v12i1.5813>
- Markauskaite, L., & Goodyear, P. (2017). *Epistemic Fluency and Professional Education, Innovation, Knowledgeable Action and Actionable Knowledge*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4369-4>

- McIntosh, J. S. (2023). Applications of advanced curriculum: Using problem-based and project-based learning. In J. VanTassel-Baska & C. A. Little (Eds), *Content-Based Curriculum for Advanced Learners* (pp. 184–202). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003310426-14>
- van Merriënboer, J. J. G., & Kirschner, P. A. (2017). *Ten Steps to Complex Learning, A Systematic Approach to Four-Component Instructional Design*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315113210>
- Mustapa, K., Nuryanti, S., & Al Gifary, M. (2023). Generic science skills profile of high school students in working on chemistry questions based on gender. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 6(3), 361–368. <https://doi.org/10.23887/jlls.v6i3.60966>
- Nurhayati, N., Jamaris, J., & Marsidin, S. (2022). Strengthening Pancasila student profiles in independent learning curriculum in elementary school. *International Journal of Humanities Education and Social Sciences*, 1(6), 976–988. <https://doi.org/10.55227/ijhess.v1i6.183>
- Nurjanah, S., Alamsyah, M. R. N., & Pamungkas, S. J. (2022). Development of scientific-based student worksheets to improve science process skills through problem-based learning. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 7(2), 167–176. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v7i2.1737>
- Nurnina, I. (2021). Afirmasi modal sosial untuk meningkatkan peran pendidikan masa depan (Proyeksi implementasi pasca pandemi covid-19). *Jurnal Sosiologi Nusantara*, 7(1), 149–172. <https://doi.org/10.33369/jsn.7.1.149-172>
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., & Mattila, P. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309–327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- Pujani, N. M., Arsana, K. G. Y., Suma, K., Selamat, K., & Erlina, N. (2022). The effectiveness of introduction to astronomy teaching materials to improve problem-solving and generic science skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(2), 333–340. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i2.34801>
- Qahfi, B. A., Doyan, A., & Makhrus, M. (2024). The effect of project based learning (PjBL) integrated by STEM on students' generic science abilities. *Journal of Science and Science Education*, 5(1), 36–41. <https://doi.org/10.29303/jossed.v5i1.6962>
- Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi pembelajaran abad 21 dan penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2099–2104. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2082>
- Rosnaeni, R. (2021). Karakteristik dan asesmen pembelajaran abad 21. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 4341–4350. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1548>
- Rusmansyah, R., Yuanita, L., Ibrahim, M., & Isnawati, I. (2018). Improving critical thinking skills and self efficacy through scientific critical thinking model. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 274, 263–267. <https://doi.org/10.2991/iccite-18.2018.57>
- Saputra, M. D. I., Alimah, S., & Setiati, N. (2020). Effectiveness of student's critical thinking skill

- with problem-based learning (PBL), Osborn model and integration of PBL-Osborn. *Journal Innovative Science Education*, 9(1), 71–76. <https://doi.org/10.15294/jise.v8i1.32665>
- Sari, P. M., & Yarza, H. N. (2022). Pelatihan penguatan literasi sains, keterampilan proses sains dan teknologi bagi guru-guru sekolah dasar. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(1), 87–91. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i1.7175>
- Schunk, D. H., & Greene, J. A. (2017). *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315697048>
- Setiawan, F., Masitoh, S., & Mariono, A. (2023). The PBL-STs model for achieving critical thinking skills in elementary school students. *International Jurnal of Social Learning*, 3(3), 293–307. <https://doi.org/10.47134/ijsl.v3i3.193>
- Stoet, G., & Geary, D. C. (2018). The gender-equality paradox in science, technology, engineering, and mathematics education. *Psychological Science*, 29(4), 581–593. <https://doi.org/10.1177/0956797617741719>
- Syuzita, A., Susilawati, S., & Sukarso, A. (2023). validation of e-module based on argument-driven inquiry using 3D Page Flip Professional to improve students' generic science, critical thinking and scientific argumentation abilities. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6272–6277. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4947>
- Utami, N. H., Kapsul, K., Putra, A. P., & Jannah, J. (2023). Validity analysis of digital module based on generic science skills on environmental pollution topic for 10th grade students. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v6i1.55318>
- Vinh, L. A., Hanh, H. P., Quynh, B. D., Lan, T. T. N., Dien, B. T., Lan, D. D., & Thai, L. V. (2022). In teaching youths to learn critically: The role of family, formal and non-formal education—findings from a middle-income context. *Asia Pacific Journal of Education*, 45(1), 84–99. <https://doi.org/10.1080/02188791.2022.2106942>
- Yajima, K., Kawasaki, K., Kubota, Y., & Takahshi, A. (2018). Objective assessment of students' generic skills. *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALe)*, 567–572. <https://doi.org/10.1109/tale.2018.8615136>
- Yunita, M. R., Surya, E., & Syahputra, E. (2019). Development of problem based learning tools to improve visual thinking and self efficacy of seventh grade junior high school students in Besitang. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 384, 296–300. <https://doi.org/10.2991/aisteel-19.2019.64>
- Yunitasari, D., Aryana, I. B. P., & Suastra, I. W. (2022). Implementasi problem based learning untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dan high thinking skills pembelajaran IPA SD. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)*, 7(2), 363–367. <https://doi.org/10.29210/022526jpgi0005>