

## **Analisis Bibliometrik: Pengembangan Konseptual dan Keterampilan Abad Ke-21 Melalui *Physics Problem-Based Learning***

**Redita Kikan Nugrahaningrum<sup>1</sup>, Rima Nur Alisia Ismawati<sup>1</sup>, Adinda Rosa Amelia<sup>1</sup>, Selomita Anggraeni<sup>1</sup>, Rizkia Sandra Mudlikha Lusiana<sup>1</sup>, M Nur Hudha<sup>2</sup>, Mozza Pinkan Edelweiss<sup>1</sup>, dan Nurita Apridiana Lestari<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

<sup>2</sup> Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

\* Email: [nuritalestari@gmail.com](mailto:nuritalestari@gmail.com)

### **Abstrak**

*Di era digital ini, pembelajaran fisika membutuhkan pendekatan yang mampu mengatasi permasalahan konseptual. Selain itu, pendekatan ini juga harus bisa meningkatkan keterampilan abad ke-21. Problem-Based Learning (PBL) merupakan salah satu strategi pedagogis yang relevan dan efektif yang membuat siswa dapat berperan aktif dalam mengatasi masalah kontekstual di kehidupan nyata. Dukungan teknologi digital seperti simulasi komputer dan laboratorium virtual dapat memperluas pengalaman belajar, dan meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan aspek kognitif hasil belajar siswa, tetapi juga dapat mendukung perkembangan keterampilan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas sesuai dengan tuntutan pendidikan di era ini. Selain itu, PBL juga berkontribusi dalam perubahan konseptual siswa serta mampu mengatasi pemahaman dalam fisika, seperti gaya, gerak, dan energi. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan bibliometrik dengan database Scopus pada periode 2004-2024 melalui proses seleksi dan analisis yang melibatkan visualisasi jaringan penulis dan institusi. PBL menunjukkan kontribusi signifikan terhadap penguasaan konsep dan pengembangan keterampilan multi dimensional. Namun, penerapan PBL di lapangan juga menghadapi beberapa tantangan, seperti keterbatasan waktu, kesiapan guru, serta kurangnya sumber daya penunjang. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan beberapa dukungan, seperti sumber daya yang memadai, pelatihan guru secara konsisten, dan pengembangan instrumen evaluasi yang mampu mengukur perubahan konseptual secara holistik dan autentik. Selain itu, penelitian lanjutan sangat disarankan untuk mengembangkan implementasi yang adaptif dan instrumen evaluasi yang inovatif agar PBL dapat menjadu strategi yang optimal dalam membentuk pembelajaran fisika yang kritis dan siap menghadapi tantangan global.*

**Kata kunci:** Pembelajaran Fisika, *Problem-Based Learning*, Keterampilan Abad ke-21

### ***Bibliometric Analysis: Conceptual Development and 21st Century Skills Through Physics Problem-Based Learning***

#### **Abstract**

*In the digital era, physics education demands approaches that not only address conceptual difficulties but also foster 21st-century skills. Problem-Based Learning (PBL) emerges as a relevant and effective pedagogical strategy that enables students to actively engage in solving real-life contextual problems. The integration of digital technologies such as computer simulations and virtual laboratories enriches learning experiences and enhances student engagement throughout the learning process. This approach not only enhances students' cognitive learning outcomes but also fosters the development of critical thinking, communication, collaboration, and creativity, aligning with the goals of modern education. Additionally, PBL contributes to conceptual change, helping students overcome misconceptions in key physics concepts such as force, motion, and energy. This study employs a bibliometric method using the Scopus database for the period 2004-2024, involving a rigorous selection and analysis process*

with visualizations of author and institutional networks. The findings show that PBL makes a significant contribution to both conceptual understanding and the development of multidimensional skills. However, its implementation in the classroom is still challenged by issues such as limited instructional time, teacher preparedness, and a lack of supporting resources. To address these challenges, adequate resources, consistent teacher training, and the development of assessment tools that can holistically and authentically capture conceptual change are essential. Furthermore, future research is recommended to design adaptive implementations and innovative evaluation instruments, ensuring that PBL becomes an optimal strategy for cultivating physics learning that is critical, reflective, and responsive to global demands.

**Keywords:** Physics Learning, Problem-Based Learning, 21st Century Skills

### Histori Naskah

Diserahkan: 18 Juni 2025

Direvisi: 26 Juli 2025

Diterima: 2 Agustus 2025

### How to cite:

Nugrahaningrum, R.K., dkk. (2025). Analisis Bibliometrik: Pengembangan Konseptual dan Keterampilan Abad Ke-21 melalui *Physics Problem-Based Learning*. *Epistemic: Scientific Thinking and Literacy*, 1(1), 20-29. DOI: <https://doi.org/10.58706/Epistemic.v1n1.p20-29>.

## PENDAHULUAN

Transformasi global dalam pendidikan menuntut pembelajaran fisika untuk lebih dari sekadar penguasaan konsep, namun mampu melatih berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Abad ke-21 menuntut sistem pembelajaran yang berakar pada pemecahan masalah nyata, tidak hanya didominasi hafalan atau algoritma semata (Abaniel, 2021; Pakpahan, 2022). Model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) muncul sebagai pendekatan yang menekankan proses belajar yang aktif dan berbasis masalah kontekstual yang memicu eksplorasi dan diskusi ide secara mendalam (Shofiyah & Wulandari, 2018). Menjadikan PBL tidak hanya selaras dengan tuntutan kompetensi abad ke-21, tetapi juga memperkaya pengalaman belajar secara kognitif dan sosial.

Penerapan PBL menjadi sangat penting dalam pembelajaran fisika karena karakteristik konten yang kompleks, abstrak, dan konseptual. Banyak siswa kesulitan mengaitkan teori dengan pengalaman nyata, sehingga keterlibatan mereka menjadi pasif (Sucipta dkk., 2021; Ansyah & Salsabila, 2024). Dalam hal ini, PBL menghadirkan ruang belajar di mana siswa dapat mengonstruksi pengetahuan berdasarkan masalah autentik dan eksplorasi personal. Penelitian yang dilakukan oleh Fasha dkk. (2022), menyatakan bahwa pendekatan PBL terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa secara simultan. Hal ini juga diukung oleh Muliana dkk. (2024), yang menemukan bahwa penggunaan model PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, komunikasi, kreativitas, dan kolaborasi. Temuan ini mengindikasikan bahwa PBL adalah metode yang efektif dalam mengembangkan keterampilan esensial untuk menghadapi tantangan abad 21 (Muliana dkk., 2024).

Meskipun demikian, keberhasilan pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh strategi pengajaran, tetapi juga oleh kualitas pemahaman konseptual yang dimiliki oleh guru dan siswa (Erwinsyah, 2017). Miskonsepsi masih menjadi tantangan yang mengakar dalam pembelajaran fisika, sering kali dipicu oleh kurangnya pemahaman mendasar baik di kalangan pendidik maupun peserta didik (Satuti & Atmojo, 2025). Konsep-konsep dasar seperti gaya dan gerak kerap disalah artikan karena berbenturan dengan intuisi dan pengalaman sehari-hari siswa (Resbiantoro & Nugraha, 2017). Situasi ini menunjukkan bahwa pemecahan masalah autentik saja belum cukup tanpa adanya upaya eksplisit untuk merekonstruksi pemahaman siswa. Di sinilah peran PBL menjadi krusial, karena model ini mampu menstimulasi konflik kognitif yang produktif, mendorong siswa untuk meninjau kembali pengetahuan awal mereka dan mengembangkan pemahaman yang lebih ilmiah (Hertina dkk., 2024). Proses ini tidak hanya berkontribusi pada perbaikan miskonsepsi, tetapi juga melatih cara berpikir reflektif dan kritis yang menjadi landasan penting dalam pembelajaran sains.

Beragam penelitian mengonfirmasi bahwa PBL berdampak positif dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 pada siswa fisika. Penelitian Yulisman dan Usmeldi (2021) mengungkap bahwa pengembangan buku siswa berbasis PBL mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan dinilai sangat praktis oleh guru dan siswa. Senada dengan itu, Arman dkk. (2020) mengembangkan perangkat pembelajaran IPA berbasis

PBL yang divalidasi sangat layak dan mendapat respons positif dari siswa, menunjukkan efektivitas pendekatan ini dalam menumbuhkan keterampilan proses sains. Penguatan dimensi afektif dan metakognitif juga turut mewarnai pengalaman belajar siswa. Tidak hanya itu, PBL membuka ruang bagi siswa untuk menjadi pembelajar mandiri yang terbiasa melakukan refleksi, berkomunikasi secara efektif, dan mengintegrasikan pengetahuan dengan dunia nyata (Kusuma & Nurawanti, 2023).

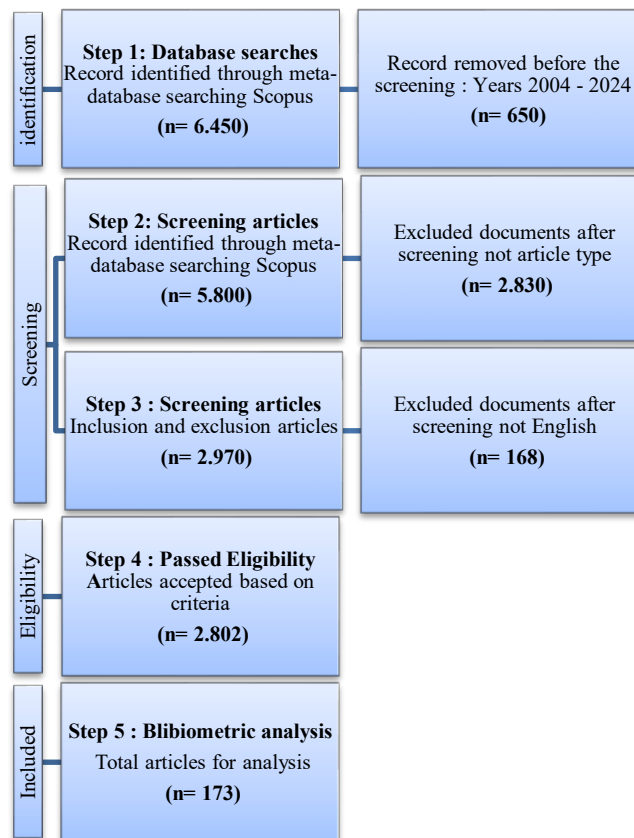
Kemajuan teknologi turut memperkaya ruang gerak PBL melalui integrasi media digital interaktif. Simulasi komputer, laboratorium virtual, dan pemodelan ilmiah berbasis teknologi memungkinkan siswa melakukan investigasi ilmiah yang sebelumnya sulit diakses (Dewi dkk., 2019). Dewi dkk. (2019) menunjukkan bahwa integrasi PBL dalam *Mobile Apps* Fisika (MAFis) secara efektif meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa pada materi suhu dan kalor. Teknologi ini bukan sekadar pelengkap, melainkan penguat proses berpikir ilmiah dalam PBL yang membantu visualisasi konsep, mendukung eksplorasi, dan mempercepat perubahan konseptual (Dewi dkk., 2019). Sayangnya, pemanfaatan teknologi ini dalam PBL masih belum merata dan belum terintegrasi secara sistemik dalam kurikulum fisika sekolah (Salsabila dkk., 2024).

Meskipun menjanjikan, PBL tidak luput dari tantangan. Keterbatasan waktu pembelajaran, kesiapan guru, serta minimnya media pendukung dan evaluasi autentik masih menjadi penghambat utama dalam implementasi PBL yang efektif (Zulva dkk., 2024). Selain itu, transisi peran guru dari instruktur ke fasilitator tidak mudah dilakukan tanpa pelatihan profesional dan dukungan kelembagaan yang memadai. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk mengeksplorasi tren, arah, dan kecenderungan terkini mengenai Problem-Based Learning dalam pembelajaran fisika melalui analisis bibliometrik, guna memberikan landasan komprehensif bagi riset dan praktik pendidikan fisika di masa depan.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode bibliometrik untuk menganalisis tren dan perkembangan penelitian terkait *Problem-Based Learning* (PBL) dalam pembelajaran fisika. Metode bibliometrik dimanfaatkan untuk mengevaluasi dan memetakan pola publikasi ilmiah secara kuantitatif dalam rentang waktu tertentu, dengan tujuan memperoleh gambaran utuh tentang dinamika perkembangan penelitian pada suatu topik spesifik (Dhontu dkk., 2021). Data dikumpulkan dari basis data Scopus, yang dipilih karena cakupannya luas dan berisi publikasi ilmiah bereputasi tinggi. Pencarian dilakukan pada bulan Juni 2025 menggunakan kata kunci "*Physics Problem-Based Learning*", dengan batasan tahun publikasi antara 2004 hingga 2024. Jenis dokumen difokuskan pada artikel yang menghasilkan sebanyak 173 dokumen. Data yang diperoleh diekspor dalam format CSV, RIS, dan BibTeX, selanjutnya data dianalisis menggunakan VOSviewer, Microsoft Excel, dan Microsoft Word untuk membuat visualisasi yang lebih menarik dan analisis. Hasil pencarian disaring berdasarkan relevansi topik, penghapusan duplikasi, dan kesesuaian dengan kriteria inklusi, sebagaimana yang terlihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, klasifikasi ini merujuk pada alur proses seleksi berdasarkan pedoman PRISMA. Pencarian awal melalui database Scopus menghasilkan 6.450 dokumen, yang kemudian disaring dengan mengeluarkan 650 dokumen di luar rentang tahun 2004–2024. Dari 5.800 dokumen tersisa, sebanyak 2.830 dihapus karena bukan merupakan jenis artikel ilmiah. Selanjutnya, 2.970 artikel diseleksi berdasarkan bahasa, dan 168 artikel yang tidak ditulis dalam Bahasa Inggris dieliminasi. Setelah melalui tahap kelayakan, diperoleh 2.802 artikel yang sesuai dengan kriteria penelitian. Dari jumlah tersebut, hanya 173 artikel yang dianggap paling relevan dan kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan pendekatan bibliometrik untuk memetakan tren riset dalam topik *Physics Problem-Based Learning*.

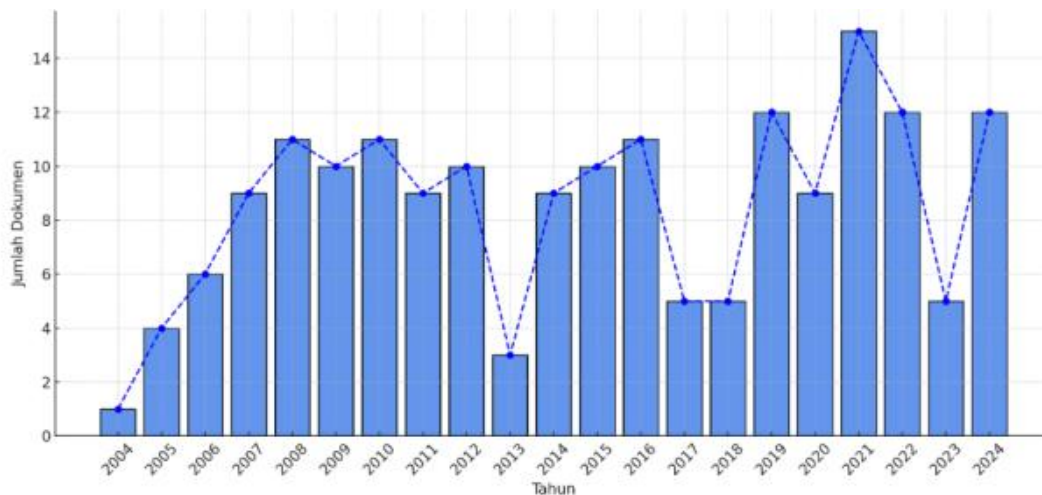


Gambar 1. Alur Klasifikasi Data

Prosedur analisis dimulai dengan pembersihan dan pengolahan data menggunakan Microsoft Excel untuk mengidentifikasi informasi dasar seperti tahun publikasi, jumlah sitasi, dan distribusi negara atau institusi penulis. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memetakan hubungan antar kata kunci, kolaborasi antar penulis, dan jaringan sitasi. Visualisasi dilakukan dengan menggunakan VOSviewer karena dianggap bisa digunakan untuk membuat, memvisualisasikan, dan menjelajahi peta berdasarkan semua jenis data jaringan (Rostiany dan Tjandra 2022). Visualisasi dilakukan dengan tiga tampilan utama yang disediakan oleh VOSviewer, yaitu visualisasi jaringan, overlay, dan kepadatan. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang arah perkembangan riset, identifikasi topik dominan, serta pemetaan aktor-aktor utama dalam bidang *Physics Problem Based Learning* (P-PBL).

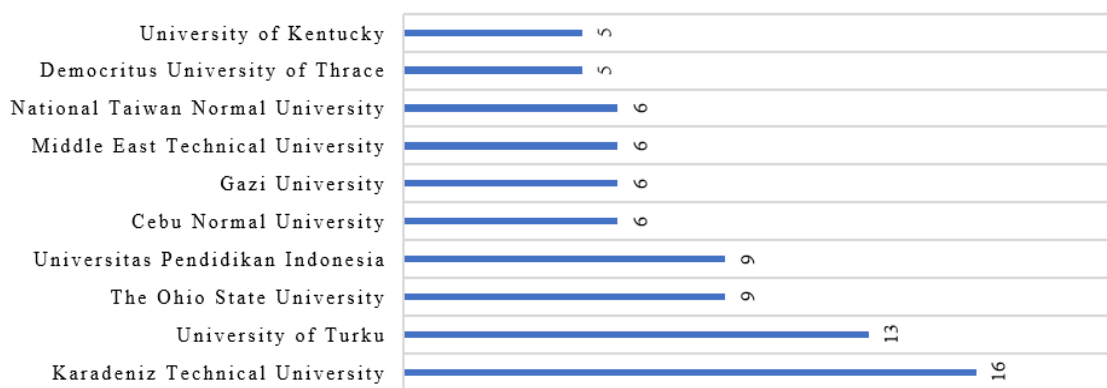
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian terhadap publikasi terkait *Physics Problem-Based Learning* (P-PBL) dalam dua dekade terakhir menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan yang positif. Hal ini mencerminkan makin besarnya perhatian akademisi dan praktisi pendidikan terhadap pendekatan PBL dalam pembelajaran fisika sebagai respons terhadap tuntutan penguasaan keterampilan abad ke-21 (Abaniel, 2021). Pendekatan ini tidak hanya dinilai mampu mengasah pemahaman konseptual siswa, tetapi juga mendorong keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan pemecahan masalah. Untuk mendapatkan pemahaman yang utuh mengenai ritme pertumbuhan dan kepadatan topik dari waktu ke waktu, tren publikasi tahunan selama tahun 2004–2024 divisualisasikan dalam Gambar 2.



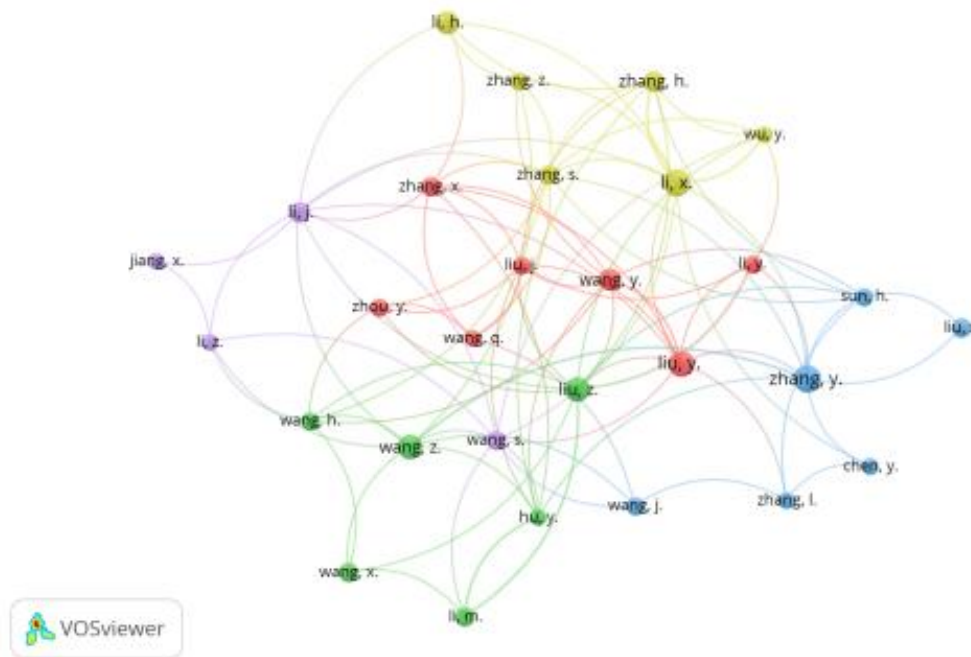
Gambar 2. Tren Jumlah Publikasi Tahunan tentang *Physics Problem-Based Learning* pada Periode 2004–2024.

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa tren publikasi secara umum mengalami peningkatan signifikan, dimulai dari satu artikel pada tahun 2004 dan mencapai puncaknya pada 2021 dengan 15 publikasi. Meskipun sempat mengalami penurunan di beberapa tahun seperti 2013, 2017, dan 2023, tren secara keseluruhan menunjukkan bahwa P-PBL semakin menarik perhatian dalam komunitas ilmiah global. Kenaikan kembali pada tahun 2024 dan potensi peningkatan di 2025 memperkuat asumsi bahwa bidang ini belum menunjukkan gejala saturasi, melainkan justru bergerak menuju kedalaman eksplorasi yang lebih variatif. Selain tren waktu, institusi akademik juga berperan besar dalam peta kontribusi riset P-PBL. Identifikasi institusi paling produktif menjadi penting untuk memahami pusat-pusat kekuatan ilmiah yang membentuk arah pengembangan wacana ini. Partisipasi institusi dari berbagai negara menunjukkan bahwa penelitian dalam bidang ini tidak bersifat regional, melainkan berskala global. Gambar 3 menyajikan institusi teratas yang paling aktif mempublikasikan riset P-PBL.



Gambar 3. Institusi Paling Produktif dalam Publikasi Riset P-PBL

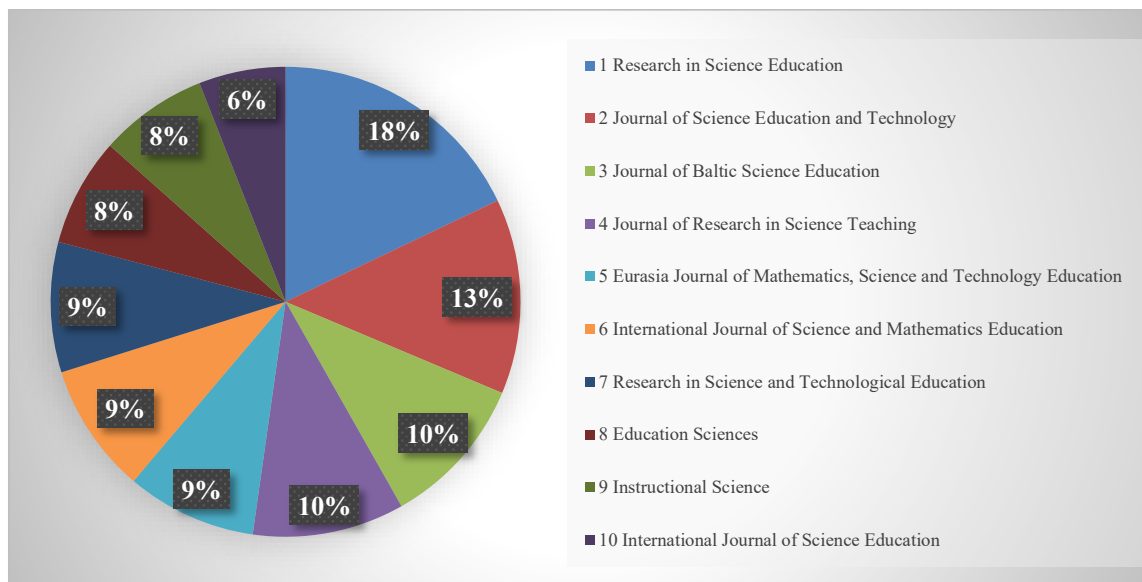
Berdasarkan Gambar 3, Karadeniz Technical University menjadi institusi paling dominan dengan 16 artikel, diikuti oleh University of Turku (13 artikel), serta Universitas Pendidikan Indonesia dan The Ohio State University dengan masing-masing 9 artikel. Sebaran ini menunjukkan bahwa Eropa, Asia, dan Amerika turut berkontribusi besar dalam diskursus ini, dan tidak ada satu kawasan pun yang mendominasi sepenuhnya. Dominasi ini dapat dimaknai sebagai cerminan bahwa pendekatan P-PBL telah diterima secara luas dan adaptif dalam berbagai sistem pendidikan di dunia. Untuk memahami lebih dalam tentang bagaimana interaksi antarpakar terbentuk dan siapa saja aktor kunci dalam jaringan ilmiah P-PBL, dilakukan pemetaan visual terhadap kontribusi dan hubungan kolaboratif antar penulis. Pemetaan ini penting tidak hanya untuk mengenali intensitas kolaborasi, tetapi juga sebagai strategi identifikasi mitra penelitian potensial bagi peneliti baru. Gambar 4 berikut menyajikan visualisasi kontribusi penulis dalam bentuk peta jaringan kolaborasi.



**Gambar 4.** Visualisasi *Network* pada Kontribusi Penulis dalam Riset *Physics Problem-Based Learning*

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa jaringan kolaborasi terbagi dalam beberapa kluster warna yang berbeda, menandakan adanya kelompok-kelompok penulis yang aktif berkolaborasi dalam skala tertentu. Nama-nama seperti liu, y., wang, y., zhang, x., dan zhou, y. menempati posisi sentral dalam jaringan, ditunjukkan oleh banyaknya garis keterhubungan menuju penulis lain. Hal ini mengindikasikan bahwa mereka merupakan tokoh sentral yang memiliki peran besar dalam menyebarkan dan mengembangkan topik P-PBL secara global. Sementara itu, beberapa penulis seperti juang, x. atau wang, x. berada di area periferal, namun tetap menunjukkan kontribusi spesifik dalam konteks kolaboratif terbatas. Visualisasi ini menggambarkan bahwa ekosistem riset P-PBL telah memiliki struktur kolaborasi yang cukup solid, meskipun masih terdapat peluang untuk memperluas jejaring ilmiah ke penulis-penulis di luar kluster dominan guna memperkaya perspektif dan inovasi.

Kontribusi penulis dalam ekosistem riset *Physics Problem-Based Learning* (P-PBL) tidak dapat dilepaskan dari media tempat mereka memublikasikan karya ilmiahnya. Aktivitas kolaboratif antarpemulis, sebagaimana telah divisualisasikan sebelumnya, pada akhirnya akan terkonsolidasi dalam bentuk artikel-artikel yang terbit di jurnal tertentu. Dengan kata lain, jurnal ilmiah tidak hanya menjadi sarana penyebaran pengetahuan, tetapi juga mencerminkan bagaimana jejaring keilmuan bekerja dan tumbuh. Oleh karena itu, identifikasi terhadap jurnal yang paling produktif dalam topik P-PBL menjadi sangat penting untuk mengungkap di mana pusat-pusat diseminasi utama terbentuk, dan sejauh mana topik ini mendapatkan perhatian luas dalam komunitas akademik. Jurnal ilmiah juga berperan dalam membentuk kualitas dan arah perkembangan wacana keilmuan, karena melalui mekanisme seleksi, review, dan sitasi, jurnal dapat memperkuat legitimasi serta pengaruh suatu penelitian. Pemetaan jurnal ini memberikan panduan strategis bagi peneliti untuk menempatkan karya ilmiahnya pada kanal yang kredibel, bereputasi, dan berdampak tinggi, sebagaimana yang divisualisasikan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Jurnal dengan Jumlah Publikasi Tertinggi dalam Riset *Physics Problem-Based Learning*

Berdasarkan Gambar 5, *Research in Science Education* menempati posisi teratas dengan jumlah publikasi terbanyak dalam topik *Physics Problem-Based Learning* (P-PBL), yakni sebanyak 12 artikel. Posisi berikutnya diduduki oleh *Journal of Science Education and Technology* serta *Journal of Research in Science Teaching*, dua jurnal bereputasi tinggi yang telah lama menjadi rujukan dalam pengembangan teori dan inovasi pembelajaran sains. Ketiga jurnal ini dikenal memiliki fokus kuat terhadap integrasi pendekatan pedagogis inovatif, termasuk PBL, dalam konteks pendidikan sains berbasis riset. Temuan ini mengindikasikan bahwa kajian P-PBL mendapat tempat yang signifikan dalam wacana pendidikan sains internasional, sekaligus mempertegas pentingnya strategi pemilihan kanal publikasi yang relevan dan bereputasi tinggi. Bagi para peneliti, informasi ini menjadi bekal strategis untuk menargetkan jurnal yang tidak hanya memiliki visibilitas tinggi, tetapi juga memiliki pembaca yang sesuai dengan lingkup kajian. Kualitas editorial, cakupan tema, dan indeksasi dalam pangkalan data bereputasi seperti Scopus atau Web of Science turut menjadi parameter penting dalam merancang strategi publikasi ilmiah yang efektif, terukur, dan berdampak pada penguatan posisi keilmuan di komunitas global.

Hasil kajian menunjukkan bahwa *Problem-Based Learning* (PBL) memberikan kontribusi signifikan terhadap transformasi pembelajaran fisika di era digital. Sebagai model yang berbasis pemecahan masalah kontekstual, PBL menempatkan siswa sebagai aktor utama dalam proses belajar, bukan sekadar penerima informasi (Putri dkk., 2025). Pembelajaran fisika yang penuh dengan konsep abstrak dan kompleks, menjadikan pendekatan ini sangat relevan karena mendorong pengalaman belajar yang lebih bermakna dan terhubung dengan realitas kehidupan (Zahara dkk., 2024). Prinsip dasarnya ialah bahwa pemahaman tidak dapat dibentuk hanya dari hafalan rumus atau ceramah guru, melainkan harus dibangun melalui interaksi antara konsep ilmiah dan pengalaman nyata yang dialami siswa (Arifah dkk., 2021). Salah satu kontribusi paling nyata dari penerapan PBL dalam pembelajaran fisika adalah perannya dalam memfasilitasi terjadinya perubahan konseptual. Proses ini penting karena sebagian besar siswa membawa prakonsepsi atau miskonsepsi dari pengalaman sehari-hari yang bertentangan dengan prinsip ilmiah. Ketika PBL menyajikan masalah autentik yang menantang, siswa terdorong untuk merefleksikan pemahaman awalnya (Asuri dkk., 2021). Ketika pemahaman itu tidak mampu menjelaskan fenomena yang dihadapi, maka konflik kognitif pun terjadi. Proses ini bukan hanya memperdalam pemahaman konseptual, tetapi juga memperkuat landasan berpikir ilmiah siswa.

Dampak positif PBL tidak terbatas pada aspek kognitif, tetapi meluas hingga penguatan keterampilan abad ke-21. Model ini menuntut siswa untuk bekerja sama, berpikir kritis, menyampaikan gagasan, dan menyusun solusi secara kolaboratif (Mayanti dkk., 2022). Aktivitas diskusi, negosiasi makna, dan penyusunan argumen menjadi bagian integral dari proses pembelajaran, mendorong kemampuan komunikasi dan kreativitas siswa berkembang secara simultan (Suindhia, 2023). Hal ini sesuai dengan tuntutan pendidikan masa kini yang mengharuskan pembelajaran berorientasi pada pengembangan keterampilan metakognitif dan sosial, bukan sekadar capaian akademik semata. Di samping itu, fleksibilitas PBL menjadikannya mudah diintegrasikan dengan teknologi digital (Yahya dkk., 2023). Dimana siswa dapat memanipulasi variabel,

mengulang eksperimen, dan mengobservasi fenomena fisika yang sulit diamati secara langsung. Ini sangat membantu, terutama di sekolah-sekolah yang menghadapi keterbatasan sarana laboratorium.

Implikasi dari temuan ini menegaskan bahwa *Problem-Based Learning* tidak hanya efektif sebagai strategi pembelajaran, tetapi juga memiliki potensi transformatif dalam memperkaya pendekatan pedagogis di pendidikan fisika. Penerapan PBL mendorong terjadinya pergeseran paradigma dari pembelajaran yang berpusat pada guru menuju pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai agen aktif dalam membangun pengetahuannya. Hal ini menuntut perubahan dalam desain kurikulum, strategi evaluasi, serta pola pelatihan guru agar lebih adaptif terhadap pendekatan berbasis masalah. Selain itu, keberhasilan PBL dalam mengintegrasikan keterampilan abad ke-21 dengan pemahaman konseptual fisika juga membuka peluang untuk merancang model pembelajaran yang lebih kontekstual, partisipatif, dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata. Dengan demikian, PBL tidak hanya relevan untuk meningkatkan capaian kognitif siswa, tetapi juga menjadi landasan penting dalam.

## KESIMPULAN

Problem-Based Learning (PBL) terbukti menjadi pendekatan strategis dalam menjawab tantangan pembelajaran fisika di era digital yang menuntut penguasaan konsep dan keterampilan abad ke-21. Meskipun memiliki potensi besar, penelitian ini memiliki keterbatasan pada ruang lingkup data yang hanya berasal dari satu basis data dan belum menjangkau dimensi praktik di lapangan secara langsung. Ke depan, pengembangan penelitian dapat diarahkan pada integrasi analisis bibliometrik dengan studi empiris untuk menguji efektivitas implementasi PBL dalam berbagai konteks pendidikan dan menyempurnakan instrumen evaluasi perubahan konseptual secara lebih komprehensif.

## KONTRIBUSI PENULIS

**Redita Kikan Nugrahaningrum:** Conceptualization, Methodology, Formal Analysis, dan Writing - Original Draft; **Rima Nur Alisia Ismawati:** Conceptualization, Formal Analysis, Resources, dan Writing - Original Draft; **Adinda Rosa Amelia:** Formal Analysis, Resources, dan Data Curation; **Selomita Anggraeni:** Data Curation, Writing - Original Draft, dan Visualization; **Rizkia Sandra Mudlikha Lusiana:** Conceptualization, Formal Analysis, Resources, dan Data Curation; **M Nur Hudha:** Validation, Supervision, dan Project Administration; **Moza Pinkan Edelweiss:** Data Curation dan Writing - Review & Editing; serta **Nurita Apridiana Lestari:** Validation, Supervision, dan Project Administration. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini.

## PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun hubungan pribadi yang dapat memengaruhi hasil yang dilaporkan dalam naskah ini.

## PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

Para penulis menyatakan bahwa penelitian dan penulisan naskah ini telah mematuhi standar etika penelitian dan publikasi, sesuai dengan prinsip ilmiah, serta bebas dari plagiasi.

## PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. ChatGPT digunakan untuk *brainstorming* ide. Para penulis telah meninjau dan menyunting semua konten yang dihasilkan AI guna memastikan ketepatan, kelengkapan, serta kepatuhan terhadap standar etika dan ilmiah, dan bertanggung jawab penuh atas naskah versi akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abaniel, A. (2021). Enhanced conceptual understanding, 21st century skills and learning attitudes through an open inquiry learning model in Physics. *JOTSE*, 11(1), 30-43. Retrieved from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7954481>.
- Ansyah, Y.A.U. & Salsabilla, T. (2024). *Model pembelajaran IPA di Sekolah Dasar*. Semarang: Cahya Ghani Recovery.

- Arifah, N., Kadir, F., & Nuroso, H. (2021). Hubungan antara model pembelajaran problem based learning dengan kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran fisika siswa. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, *4*(1), 14-20. DOI: <https://doi.org/10.46918/karst.v4i1.946>.
- Arman, A., Annisa, M., & Kartini, K. (2020). Pengembangan perangkat pembelajaran ipa berkarakter berbasis integrasi model pembelajaran problem based learning dan keterampilan proses sains. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, *10*(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.24929/lensa.v10i1.90>.
- Asuri, A.R., Suherman, A., & Darman, D.R. (2021). Penerapan model problem based learning (PBL) berbantu mind mapping dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada materi usaha dan energi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, *12*(1), 22-28. DOI: <https://doi.org/10.26877/jp2f.v12i1.7624>.
- Danial, M. (2012). Pengaruh strategi PBL terhadap keterampilan metakognisi dan respon mahasiswa. *Chemica*, *11*(2), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.35580/chemica.v11i2.487>.
- Dewi, S.S., Ruhiat, Y., Guntara, Y., & Adi, N.P. (2019). Integrasi problem based learning dalam pengembangan mobile apps fisika pada materi suhu dan kalor. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, *5*(2), 173-177. DOI: <https://doi.org/10.32699/spektra.v5vi2i.110>.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W.M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *133*, 285–296. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.
- Erwinsyah, A. (2017). Manajemen pembelajaran dalam kaitannya dengan peningkatan kualitas guru. *Tadbir: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, *5*(1), 69-84. Retrieved from: <https://journal.iaingorontalo.ac.id/index.php/tjmpi/article/view/517>.
- Fasha, A.N., Hidayah, N., & Wahyuni, F. (2024). Pendekatan komunikasi adaptif melalui problem-based learning untuk meningkatkan kompetensi konselor dalam public speaking. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, *15*(3), 337-347. DOI: <https://doi.org/10.23887/jibk.v15i3.89031>.
- Hertina, D., Nurhidaya, M., Gaspersz, V., Nainggolan, E.T.A., Rosmiati, R., Sanulita, H., ... & Ferdinan, F. (2024). *Metode pembelajaran inovatif era digital: Teori dan penerapan*. Yogyakarta: PT. Green Pustaka Indonesia.
- Mayanti, A., Poluakan, C., & Tumimomor, F.R. (2022). Pengaruh model problem based learning (PBL) menggunakan metode demonstrasi dan eksperimen pada pembelajaran fisika tentang Hukum Newton. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, *3*(1), 9-14. DOI: <https://doi.org/10.53682/charmsains.v3i1.144>.
- Muliana, Fonna, M., & Nufus, H. (2024). Pengaruh penerapan problem based learning (PBL) terhadap keterampilan abad 21. *Ar-Riyadhiyyat: Journal of Mathematics Education*, *5*(1), 22-30. DOI: <https://doi.org/10.47766/ariyadhiyyat.v5i1.2900>.
- Pakpahan, R.A. (2022). Improving students' scientific literacy through problem based learning. *Jurnal Pendidikan LLDIKTI Wilayah I (JUDIK)*, *2*(02), 68-73. DOI: <https://doi.org/10.54076/judik.v2i02.257>.
- Putri, N.A., Yunia, A.H., & Suyuti, S. (2025). Efektivitas model problem based learning dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*, *3*(4), 592-602. DOI: <https://doi.org/10.61722/jipm.v3i4.1142>.
- Resbiantoro, G., & Nugraha, A.W. (2017). Miskonsepsi mahasiswa pada konsep dasar gaya dan gerak untuk sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, *5*(2), 80-87. DOI: <https://doi.org/10.26714/jps.5.2.2017.80-87>.
- Rostiany, Y. & Tjandra, E. (2022). Analisis bibliometrik studi perkembangan metode service quality pada database google scholar menggunakan vosviewer (Studi literatur tahun 2016 – 2020). *Smatika Jurnal*, *12*(01), 85–93. DOI: <http://dx.doi.org/10.32664/smatika.v12i01.677>.
- Satuti, R., & Atmojo, I.R.W. (2025). Mengatasi miskonsepsi dalam pembelajaran IPA: Tantangan dan strategi untuk peningkatan pemahaman sains di sekolah dasar pada materi iklim dan perubahan. *Elementary School: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Ke-SD-An*, *12*(1), 150-161. DOI: <https://doi.org/10.31316/esjurnal.v12i1.4378>.
- Shofiyah, N. & Wulandari, F.E. (2018). Model problem based learning (PBL) dalam melatih scientific reasoning siswa. *JPPIPA (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA)*, *3*(1), 33-38. DOI: <https://doi.org/10.26740/jppipa.v3n1.p33-38>.
- Sucipta, I.W., Candiasa, I.M., & Sudirtha, I.G. (2023). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah dan bentuk asesmen formatif terhadap kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan Indonesia*, *13*(2), 168-178. DOI: <https://doi.org/10.23887/jpepi.v13i2.2660>.

- Suindhia, I.W. (2023). Pengaruh penerapan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap hasil belajar fisika. *TEACHING: Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, *3*(1), 49-56. DOI: <https://doi.org/10.51878/teaching.v3i1.2163>.
- Yahya, F., Nursalim, M., & Masito, S. (2023). Model problem based learning berbantuan laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika: Kajian literatur. *Jurnal Kependidikan Media*, *12*(3), 172-178. DOI: <https://doi.org/10.26618/jkm.v12i3.13457>.
- Yulisman, B. P., & Usmeldi, U. (2021). Praktikalitas pengembangan buku siswa dengan model problem based learning ber-integrasi kemampuan berfikir kreatif untuk meningkatkan kreativitas peserta didik SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, *7*(2), 163-170. DOI: <https://doi.org/10.24036/jppf.v7i2.113807>.
- Zahara, L., Suastra, I.W., Atmaja, A.W.T., & Tika, I.N. (2024). Perspektif filsafat pendidikan dalam mengembangkan pemahaman konsep fisika. *Consilium: Education and Counseling Journal*, *5*(1), 257-267. DOI: <https://doi.org/10.56959/jpss.v10i2.266>.
- Zulva, N.R., Ristanto, S., & Khoiri, N. (2024). Kajian literatur: Model pembelajaran problem based learning pada materi fisika terhadap hasil belajar siswa. *Lontar Physics Today*, *3*(2), 055-063. DOI: <https://doi.org/10.26877/lpt.v3i2.21839>.