



antara tujuan pembelajaran dengan capaian siswa, karena pendekatan ini terbukti kurang mendukung penguasaan konsep secara mendalam, keterlibatan aktif dalam proses belajar, serta pengembangan kemampuan berpikir kritis (Bologna et al., 2024; García et al., 2021). Dengan demikian, tantangan utama dalam pembelajaran fisika terletak pada pencarian strategi pembelajaran yang tidak hanya mengatasi kesulitan konseptual, tetapi juga mendorong partisipasi siswa dan menumbuhkan keterampilan berpikir ilmiah.

Dalam konteks tersebut, Problem-Based Learning (PBL) dipandang relevan sebagai salah satu alternatif solusi. PBL menekankan keterlibatan aktif siswa melalui penyelesaian permasalahan nyata yang menuntut diskusi, kolaborasi, dan refleksi (Yew & Goh, 2016). Pendekatan ini selaras dengan karakteristik pembelajaran fisika yang menuntut pemahaman mendalam serta kemampuan memecahkan masalah kompleks. Dengan memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi konsep, menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari, dan membangun pengetahuan secara mandiri, PBL berpotensi menjawab hambatan yang selama ini ditemui dalam pembelajaran fisika.

Efektivitas PBL dalam pembelajaran fisika telah banyak dibuktikan secara empiris. PBL tidak hanya berfokus pada pencapaian kognitif, tetapi juga mengembangkan keterampilan sosial, dan kolaborasi, yang sering terabaikan dalam pendekatan konvensional (Marcinauskas et al., 2024). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa implementasi PBL berdampak positif terhadap peningkatan hasil belajar, keterampilan pemecahan masalah, kreativitas, dan proses ilmiah (Nicholus et al., 2023; Nuñez et al., 2022). Selain itu, PBL juga mendorong siswa berpikir reflektif, memperkuat kepercayaan diri, serta meningkatkan motivasi dan literasi sains melalui pembelajaran yang kontekstual dan relevan (Bonafide et al., 2021; Maknun, 2021; Sagatbek et al., 2024; Sunarti et al., 2025). Dibandingkan metode konvensional, PBL menghasilkan penguasaan konsep dan keterlibatan yang lebih tinggi dalam menghadapi permasalahan nyata (Alreshidi & Lally, 2024; Ba et al., 2025; Carrió et al., 2022; Das et al., 2023; Mesbah et al., 2025; Nemakhavhani, 2024). Fakta ini menegaskan bahwa PBL tidak hanya menawarkan pendekatan alternatif, tetapi juga strategi potensial untuk transformasi pembelajaran fisika.

Walaupun demikian, penerapan dan efektivitas PBL dalam pembelajaran fisika masih menjadi objek penelitian yang terus berkembang (Nicholus et al., 2023). Meskipun sebagian besar guru memiliki persepsi positif terhadap PBL, keberhasilan implementasinya sangat dipengaruhi oleh kesiapan pendidik, penguasaan pedagogik, dukungan infrastruktur, dan lingkungan belajar (Nuñez et al., 2022; Ssali et al., 2025). Perkembangan kurikulum, kemajuan teknologi, dan tuntutan abad ke-21 juga mendorong perlunya pemahaman terkini mengenai arah dan perkembangan riset di bidang ini (Devika et al., 2024; Nurhayati et al., 2023). Artinya, meskipun secara teoretis PBL memiliki potensi besar, praktik penerapannya masih menghadapi tantangan yang perlu dicermati lebih lanjut.

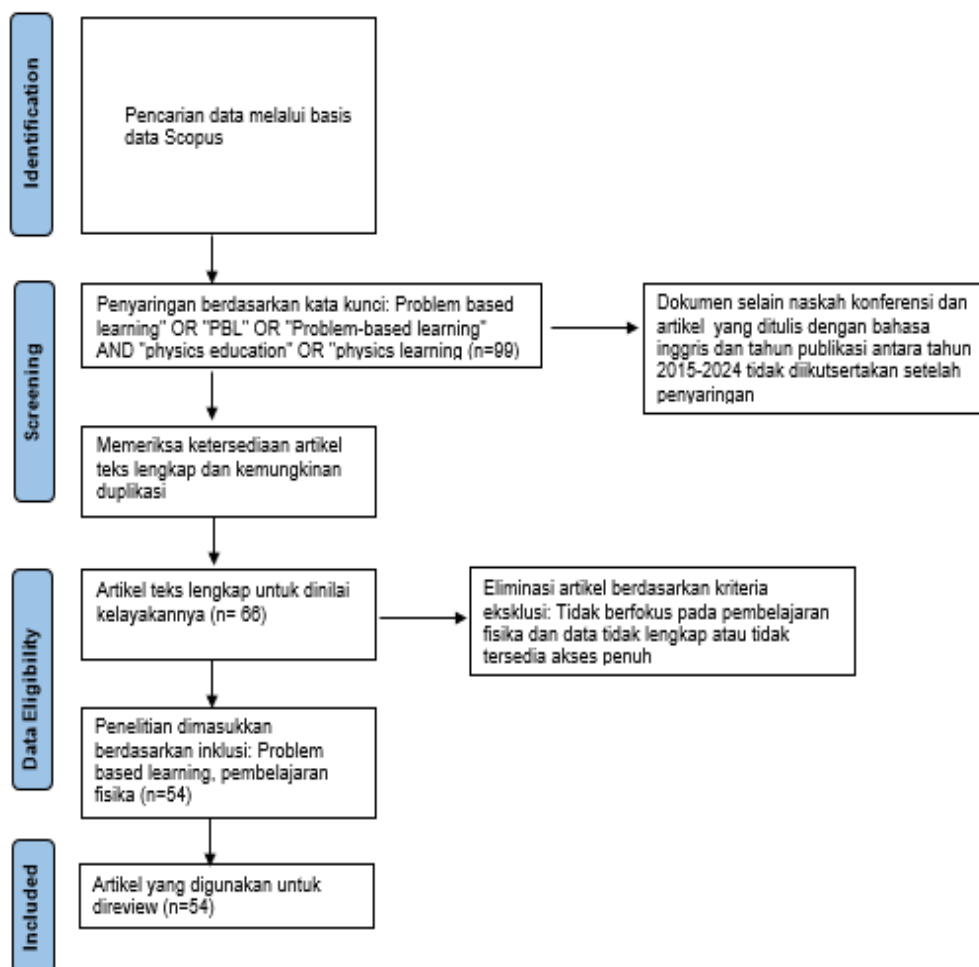
Untuk menjawab kebutuhan tersebut, analisis bibliometrik dipilih sebagai pendekatan penelitian yang tepat. Analisis ini mampu menyajikan gambaran kuantitatif mengenai dinamika penelitian, termasuk tren publikasi, jurnal berpengaruh, serta topik penelitian yang berkembang (Donthu et al., 2021; Drijvers et al., 2020; İnci & Kose, 2024; Jing et al., 2024; Kasaraneni & Rosaline, 2024; Kusuma et al., 2024; Le et al., 2025; Susanty et al., 2024). Walaupun memiliki keterbatasan seperti ketergantungan pada satu basis data atau potensi bias dokumen (Gómez et al., 2025; Sharma & Garg, 2024), metode ini tetap relevan untuk memahami perkembangan

suatu bidang penelitian secara luas (Aisah et al., 2024; Giamellaro et al., 2025; Hidaayatullaah et al., 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menyajikan kajian bibliometrik secara komprehensif mengenai perkembangan dan fokus penelitian PBL dalam pembelajaran fisika. Secara khusus, tujuan penelitian ini adalah: (1) mengidentifikasi tren jumlah publikasi terkait model PBL dalam pembelajaran fisika selama satu dekade; (2) menentukan artikel paling banyak disitasi dalam satu dekade terakhir (3) menentukan negara-negara yang paling aktif dalam publikasi terkait PBL dalam pembelajaran fisika dalam satu dekade terakhir; (4) mengidentifikasi jurnal atau prosiding yang paling produktif dalam menerbitkan penelitian mengenai PBL dalam pembelajaran fisika dalam satu dekade terakhir; serta (5) mengeksplorasi topik-topik utama dan minat riset berdasarkan kata kunci penulis melalui analisis co-occurrence.

## METODE

Penelitian ini dilakukan melalui analisis bibliometrik dengan mengikuti alur PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yang terdiri dari empat tahapan seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Alur PRISMA

### Identifacation

Penelusuran melalui basis data scopus dengan kata kunci problem based learning, dan physics learning. Scopus dipilih karena telah menjadi basis data terkemuka dalam penelitian dengan cakupan yang luas, menyediakan akses ke berbagai literatur termasuk jurnal, prosiding konferensi yang berkualitas tinggi, komprehensif, dan akurat (Baas et al., 2020; Chapman et al., 2010; Falagas et al., 2008; Li et al., 2010; Páez-Quinde et al., 2022). Dalam pencarian awal, peneliti menemukan 99 dokumen.

### Screening

Penyaringan data digunakan untuk menyeleksi data yang telah diperoleh agar sesuai dengan topik yang akan dibahas (Lektip et al., 2023; Mancin et al., 2024). Data penelitian yang dipilih dengan ketentuan pertama, berupa artikel dan prosiding konferensi. Kedua, dokumen ditulis dalam bahasa inggris. Ketiga, dokumen diterbitkan dari tahun 2015 hingga 2024. Pada tahap ini, peneliti berhasil memperoleh 66 dokumen.

### Eligibility

Penentuan data kelayakan dimulai dengan menerapkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan sebelumnya (Brignardello et al., 2025; Leeflang et al., 2023) yang mencakup pemilihan artikel penelitian mengenai PBL dalam pembelajaran fisika yang diterbitkan pada periode 2015–2024, ditulis dalam bahasa Inggris, serta tersedia dalam bentuk teks lengkap, sekaligus mengecualikan dokumen selain artikel/prosiding, penelitian yang tidak relevan dengan pembelajaran fisika, dan artikel yang tidak memiliki akses penuh. Peneliti mempertimbangkan kesesuaian data dengan topik penelitian yang dibahas. Penelitian ini berfokus pada tren dan dampak model PBL dalam pembelajaran fisika. Pada tahap ini, peneliti berhasil memperoleh 54 dokumen.

### Included

Dokumen yang memenuhi syarat diunduh dari basis data Scopus dalam dua format, yaitu Comma Separated Values (CSV) dan Research Information System (RIS). Format RIS dalam perangkat lunak Publish or Perish (PoP) berguna untuk menampilkan data bibliometrik secara lengkap, seperti jumlah publikasi, total sitasi, sitasi per tahun, h-index, g-index, serta informasi penulis dan tahun publikasi (Bihari et al., 2023; Fraumann et al., 2020; García et al., 2021). Data ini membantu menilai produktivitas, dampak, dan kolaborasi dalam penelitian (Fauzan & Soegoto, 2023; Syahid & Qodir, 2021). Selanjutnya, format CSV data diproses menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memvisualisasikan tren penelitian PBL dalam pembelajaran fisika.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berikut menyajikan temuan utama dari analisis bibliometrik terhadap publikasi mengenai model PBL dalam pembelajaran fisika, termasuk data publikasi, kutipan, tren tahunan, dan kontribusi negara serta jurnal dalam satu dekade terakhir.

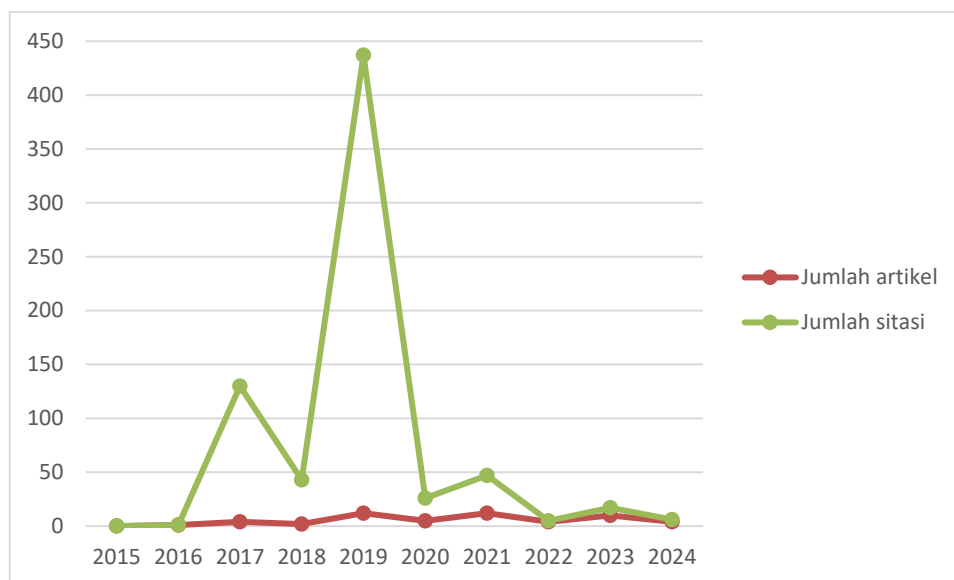
## Tren analisis publikasi dan sitasi

Tabel 1. Matrik publikasi dan sitasi

Keterangan	Hasil
Tahun publikasi	2015-2024
Tahun kutipan	10
Jumlah Publikasi	54
Jumlah Kutipan	712
Penulis	178
Kutipan/tahun	79,11
Kutipan/artikel	13,19
Penulis/artikel	2,76
h-Index	8
g-Index	26
m-index	0,30

Tabel 2 menunjukkan bahwa dalam kurun waktu publikasi antara tahun 2015 hingga 2024, terdapat sebanyak 54 dokumen yang diterbitkan dalam topik yang dianalisis dengan jumlah penulis 178 sebanyak penulis. Seluruh dokumen tersebut telah memperoleh total 712 sitasi, dengan rata-rata 79,11 sitasi per tahun. Rata-rata jumlah kutipan per artikel adalah 13,19. Selain itu, rata-rata jumlah penulis per artikel adalah 2,76, yang mengindikasikan adanya kolaborasi yang cukup baik dalam setiap publikasi. Kolaborasi antar penulis menjadi salah satu indikator penting dalam kualitas riset, karena menghasilkan diskusi yang lebih beragam dan meningkatkan validitas ilmiah (Ceci et al., 2024; Hofhuis et al., 2018; Wang et al., 2022). Nilai h-index adalah 8, artinya terdapat 8 artikel yang masing-masing telah dikutip sedikitnya 8 kali (Putra et al., 2024). Sedangkan g-index sebesar 26, menunjukkan bahwa terdapat 26 artikel dengan akumulasi kutipan tertinggi minimal 676, menandakan adanya sejumlah artikel dengan dampak kutipan yang sangat tinggi dibandingkan lainnya. Sementara itu, m-index sebesar 0,30 menunjukkan rasio antara h-index terhadap jumlah tahun sejak publikasi pertama (Borgohain et al., 2023). Secara keseluruhan, hasil analisis ini mengindikasikan bahwa topik PBL dalam pembelajaran fisika telah memperoleh perhatian yang cukup signifikan dalam literatur ilmiah, terutama dalam lima tahun terakhir. Data ini mengindikasikan bahwa meskipun penelitian mengenai PBL dalam pembelajaran fisika telah berkembang, masih ada potensi besar untuk peningkatan jangkauan dan pengaruhnya (Nurjanah et al., 2024). Upaya peningkatan kolaborasi internasional dan publikasi di jurnal bereputasi tinggi dapat menjadi strategi untuk meningkatkan visibilitas dan dampak ilmiah di masa mendatang (Dua et al., 2023; Limaymanta et al., 2022; Srivastava et al., 2025).

Analisis publikasi dan kutipan ini digunakan untuk memetakan perkembangan jumlah publikasi dan kutipan terkait model PBL dalam perkembangan fisika pada tahun 2015-2024.



Gambar 2. Grafik perkembangan penelitian model PBL dalam pembelajaran fisika (2015-2024)

Grafik tersebut memperlihatkan adanya pola perkembangan yang fluktuatif dari sisi jumlah artikel maupun sitasi. Puncak jumlah artikel terjadi pada tahun 2019 dan 2021, masing-masing dengan 12 publikasi. Namun, puncak sitasi tertinggi justru tercatat pada tahun 2019 dengan total 437 sitasi, disusul oleh tahun 2017 dengan 130 sitasi dan 2018 dengan 43 sitasi. Tren ini menunjukkan bahwa tahun 2019 menjadi periode paling produktif sekaligus paling berpengaruh dalam memperluas penelitian PBL di bidang pembelajaran fisika. Namun, pasca-2019, jumlah sitasi mengalami penurunan yang signifikan, dengan sedikit peningkatan pada tahun berikutnya, sebelum kembali menurun secara konsisten hingga 2024. Dengan demikian, jumlah artikel yang diterbitkan tidak selalu sebanding dengan jumlah sitasi yang didapat. Sitasi lebih mencerminkan sejauh mana substansi artikel memiliki nilai kebermanfaatan, keterbaruan, dan relevansi terhadap perkembangan keilmuan di bidang yang bersangkutan, bukan hanya oleh banyaknya artikel yang dipublikasikan (Chai & Menon, 2019; Teplitskiy et al., 2022; Zhang et al., 2021). Oleh karena itu, perlu adanya strategi untuk meningkatkan relevansi dan inovasi riset PBL di bidang fisika, agar tetap adaptif terhadap kebutuhan pembelajaran abad ke-21 dan di berbagai jenjang pendidikan (Harahap et al., 2025).

### Artikel paling banyak dikutip

Tabel. 2 Sepuluh artikel dengan sitasi tertinggi

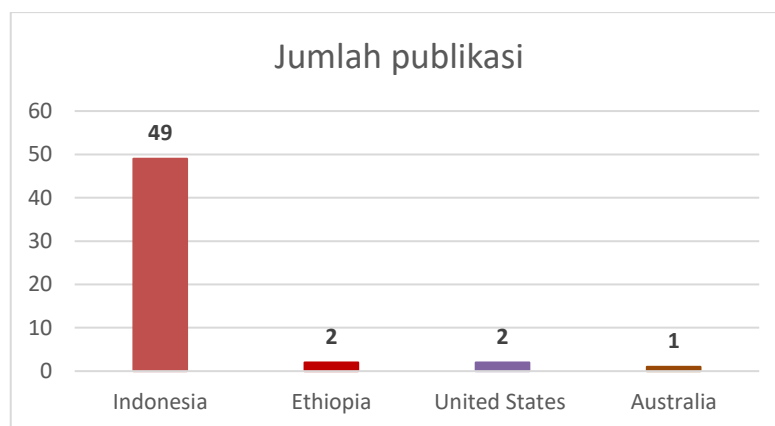
Penulis	Judul	Jurnal/Konferensi	Tahun	Kutipan
Mustafa Fidan, Meric Tuncel	Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education	Computers & Education	2019	300
Aweke Shishigu Argaw, Beyene Bashu Haile, Beyene Tesfaw Ayalew, Shiferaw Gadisa Kuma	The Effect of Problem Based Learning (PBL) Instruction on Students' Motivation and Problem Solving Skills of Physics	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	2017	129

Penulis	Judul	Jurnal/Konferensi	Tahun	Kutipan
Chairul Anwar, Antomi Saregar, Yuberti, Nova Zellia, Widayanti, Rahma Diani, Ismail Suardi Wekke	Effect Size Test of Learning Model ARIAS and PBL: Concept Mastery of Temperature and Heat on Senior High School Students	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	2019	95
Aweke Shishigu, Ayele Hailu, Zerihun Anibo	Problem-Based Learning and Conceptual Understanding of College Female Students in Physics	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	2018	43
Putranta, Himawan, Jumadi, Wilujeng, Insith	Physics learning by PhET simulation-assisted using problem based learning (PBL) model to improve students' critical thinking skills in work and energy chapters in MAN 3 Sleman	Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching	2019	15
Rahmat Rizal	Development of a Problem-Based Learning Management System-Supported Smartphone (PBLMS3) Application Using the ADDIE Model to Improve Digital Literacy	International Journal of Learning, Teaching and Educational Research	2021	13
John Rafafy Batlolona, Markus Diantoro, Wartono, Marleny Leasa	Students' mental models of solid elasticity: Mixed method study	<i>Journal of Turkish Science Education</i>	2020	12
Susbiyanto Susbiyanto, Dwi Agus Kurniawan, Rahmat Perdana, Cicyn Riantoni	Identifying the mastery of research statistical concept by using problem-based learning	International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)	2019	8
F Herliana, I M Astra, Y Supriyati, H Mazlina and Musdar	The differences in physics learning outcomes based on gender after using blended problem-based learning model	Journal of Physics: Conference series	2020	7
M Satriawan, R Rosmiati, W Widia, F Sarnita, L Suswati, M Subhan, F Fatimah	Physics learning based contextual problems to enhance students' creative thinking skills in fluid topic	Journal of Physics: Conference series	2019	6

Tabel 2 memperlihatkan sepuluh artikel dengan kutipan terbanyak dalam topik PBL pada pembelajaran fisika. Dari artikel-artikel tersebut, dapat disimpulkan bahwa PBL terbukti efektif dalam meningkatkan berbagai aspek pembelajaran, seperti pemahaman konsep, motivasi belajar, keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, dan literasi sains siswa. Penelitian oleh Fidan & Tuncel (2019), yang memperoleh sitasi tertinggi, menunjukkan bahwa penggunaan teknologi seperti *augmented reality* dalam PBL secara signifikan dapat meningkatkan hasil belajar dan sikap siswa. Argaw et al. (2017) dan Anwar et al. (2019) menyatakan bahwa PBL memberikan dampak positif terhadap motivasi belajar dan penguasaan konsep fisika, khususnya pada materi suhu dan kalor. Selain itu, penggunaan simulasi interaktif seperti PhET dalam PBL, sebagaimana diteliti oleh Putranta & Wilujeng (2019) semakin memperkuat peran teknologi dalam mendukung pembelajaran. Di sisi lain, beberapa penelitian membahas isu yang

lebih spesifik dan kontekstual, seperti pemahaman konsep fisika pada mahasiswa perempuan Shishigu et al. (2018), serta pengaruh model blended PBL terhadap hasil belajar berdasarkan gender Herliana et al. (2020). Temuan-temuan ini memperlihatkan variasi pendekatan dan konteks penerapan model PBL memengaruhi tingkat keberhasilannya dalam pembelajaran fisika.

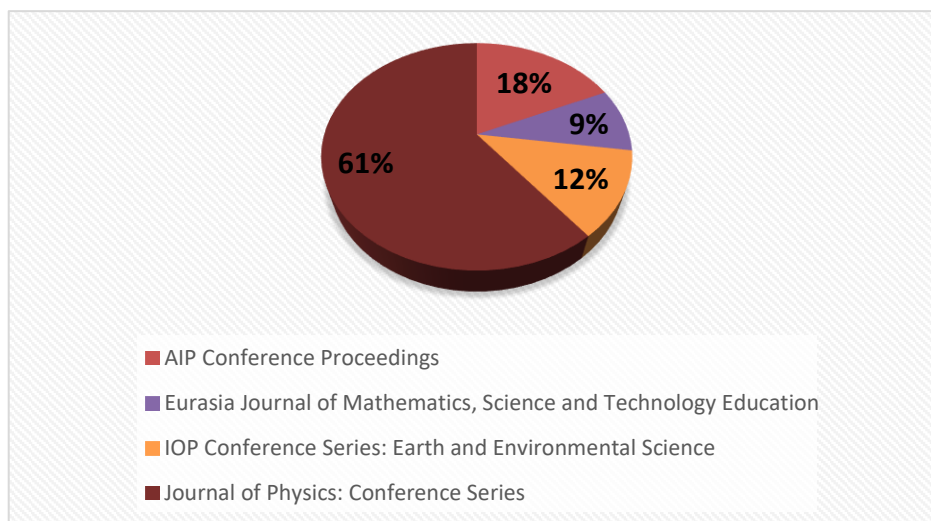
#### Negara dengan jumlah publikasi terbanyak



Gambar 3. Empat dengan publikasi PBL dalam pembelajaran fisika

Berdasarkan diagram distribusi negara asal publikasi, terlihat bahwa Indonesia mendominasi kontribusi terhadap penelitian dengan total 49 artikel, melebihi negara lain seperti Ethiopia dan Amerika Serikat yang masing-masing hanya menyumbang dua publikasi. Dominasi ini menandakan tingginya minat dan fokus peneliti Indonesia terhadap topik model PBL dalam pembelajaran fisika. Perbedaan kontribusi antar negara ini menggarisbawahi pentingnya memperkuat kolaborasi internasional serta memperluas jangkauan penelitian agar temuan yang dihasilkan memiliki relevansi yang lebih luas secara global (Cheng et al., 2021; Thelwall et al., 2024). Dari sisi pedagogis, temuan ini menegaskan bahwa PBL dipandang efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, serta mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual. Meskipun demikian, agar manfaat PBL lebih terasa nyata, guru fisika di Indonesia perlu mengintegrasikan temuan penelitian tersebut ke dalam praktik pembelajaran di kelas.

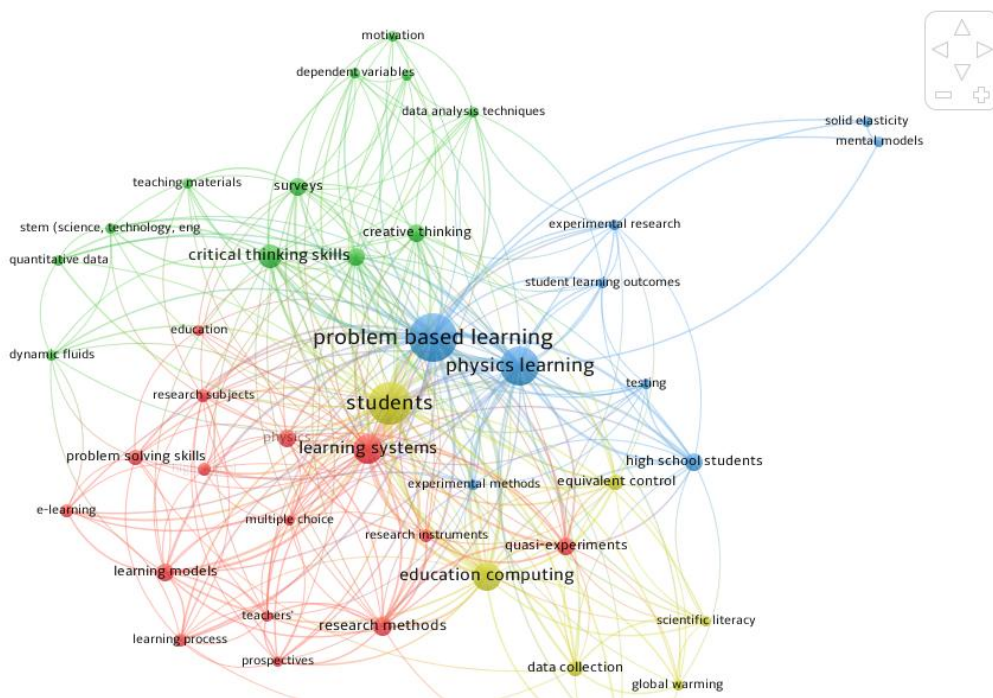
## Jurnal/prosiding dengan publikasi terbanyak



**Gambar 4.** Empat jurnal paling banyak publikasi model PBL dalam pembelajaran fisika

Gambar 5 menunjukkan jumlah publikasi dari beberapa sumber jurnal atau konferensi. Journal of Physics: Conference Series merupakan sumber dengan jumlah publikasi terbanyak, yaitu sebanyak 20 artikel. Diikuti oleh AIP Conference Proceedings dengan 6 artikel, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science dengan 4 artikel, dan Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education dengan 3 artikel. Informasi ini dapat membantu menunjukkan sumber publikasi yang paling sering digunakan oleh peneliti (Lindelöw et al., 2025; Saputro et al., 2023), serta membantu dalam menentukan jurnal yang relevan untuk publikasi selanjutnya. Selain itu, dominasi prosiding konferensi menunjukkan bahwa topik model PBL dalam pembelajaran fisika lebih banyak dipublikasikan dalam forum ilmiah yang bersifat praktis dan cepat terbit (Bedogni et al., 2023; Susanty et al., 2024). Secara pedagogis, dominasi publikasi PBL dalam prosiding konferensi menunjukkan bahwa penelitian masih berfokus pada aspek aplikatif, seperti penguatan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan keterlibatan siswa. Kondisi ini mengindikasikan perlunya penelitian lanjutan yang lebih mendalam, terstruktur, serta dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi agar menghasilkan kontribusi teoritis yang lebih signifikan bagi pengembangan pedagogi fisika. Temuan prosiding tetap relevan sebagai rujukan praktis bagi guru fisika (Kersting et al., 2024; Puryshcheva et al., 2025), namun penguatan pada aspek teoritis dan metodologis menjadi langkah penting untuk memperluas dampak penelitian secara global (Perevoshchikov et al., 2024).

Analisis co-occurrence



Gambar 5. Visualisasi jaringan PBL dalam pembelajaran fisika berdasarkan analisis co-occurrence

Gambar 5 menampilkan pemetaan bibliometrik menggunakan Vosviewer. Berdasarkan gambar tersebut dapat diidentifikasi bahwa topik PBL dalam konteks pembelajaran fisika terdistribusi ke dalam empat klaster. Klaster merah terdiri dari lima belas kata kunci yang berfokus pada sistem pembelajaran dan kemampuan pemecahan masalah, di antaranya “learning systems,” “learning process,” dan “problem solving skills.” Klaster hijau mencakup dua belas kata kunci yang menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti “critical thinking skills,” dan “creative thinking”. Klaster biru, yang menjadi pusat dalam visualisasi, terdiri dari sembilan kata kunci, dengan “Problem Based Learning” sebagai simpul utama yang terkoneksi erat dengan kata kunci “students,” “experimental research,” dan “student learning outcomes,” menunjukkan bahwa topik ini menjadi fokus utama dalam sejumlah besar publikasi yang ditinjau. Sementara itu, klaster kuning terdiri dari sebelas kata kunci yang menggambarkan aspek teknologi dan metodologi penelitian, melalui keterkaitan dengan kata kunci seperti “education computing,” “research methods,” dan “data collection.”

Dari total 43 kata kunci yang dipetakan, beberapa menunjukkan hubungan kuat dengan kata kunci utama “Problem Based Learning,” seperti “students,” “learning systems,” “critical thinking skills,” dan “education computing.” Keterkaitan ini menandakan bahwa PBL tidak hanya dilihat sebagai pendekatan pedagogis, tetapi juga sebagai strategi pembelajaran yang terintegrasi dalam sistem pendidikan yang lebih luas (Hung & Amida, 2020). Kata kunci “students” menekankan karakteristik PBL yang berpusat pada peserta didik, dengan peran aktif siswa dalam membangun pemahaman melalui pengalaman belajar (Aidoo, 2023). Kemunculan “learning systems” menunjukkan bahwa perencanaan pembelajaran yang sistematis diperlukan untuk memastikan efektivitas strategi PBL (Schermerhorn et al., 2019). Selanjutnya, “education computing” menunjukkan peran teknologi dalam memperkuat pelaksanaan

pembelajaran berbasis masalah, melalui penggunaan perangkat lunak, simulasi, atau platform digital (Kinasih et al., 2023). Adapun “*critical thinking skills*” menjadi indikator bahwa PBL telah terbukti mendorong pengembangan kemampuan berpikir kompleks yang sangat diperlukan dalam menghadapi tantangan pembelajaran abad ke-21 (Yulianti et al., 2020). Temuan ini mengindikasikan bahwa kajian PBL dalam pembelajaran fisika tidak hanya mengenai aspek pengajaran, namun juga integrasi teknologi dan penguatan proses berpikir siswa, yang berkontribusi membentuk fondasi pembelajaran yang kontekstual dan relevan untuk abad ke-21.

Tabel 3. Pengelompokan kata kunci

Klaster	Kata kunci ( <i>keyword</i> )	Jumlah kejadian ( <i>occurency</i> )	Jumlah tautan ( <i>Link strenght</i> )
Klaster 1 (Merah)	E-Learning	3	15
	Education	2	7
	High School	3	17
	Learning Models	5	37
	Learning Process	3	20
	Learning Systems	14	91
	Multiple Choice	2	18
	Physics	5	23
	Problem Solving Skills	4	14
	Prospectives	2	19
	Quasi-Experiments	5	36
	Research Instruments	3	19
	Research Methods	6	43
Research Subjects	3	22	
Teachers'	2	19	
Klaster 2 (Hijau)	Creative Thinking	5	28
	Critical Thinking Skills	9	50
	Data Analysis Techniques	2	15
	Dependent Variables	2	14
	Dynamic Fluids	2	12
	Motivation	2	9
	Open Educational Resources	2	10
	Quantitative Data	2	11
	Sampling Technique	5	34
	STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematics)	2	11
	Surveys	5	30
Teaching Materials	2	10	
Klaster 3 (Biru)	Experimental Methods	2	16
	Experimental Research	2	14
	High School Students	5	33
	Mental Models	2	6
	Physics Learning	24	125
	Problem Based Learning	36	162
	Solid Elasticity	2	66
	Student Learning Outcomes	2	13
Testing	2	14	
Klaster 4 (Kuning)	Data Collection	4	25
	Education Computing	13	90
	Equivalent Control	4	30
	Global Warming	2	14
	Learning Media	2	10
	Scientific Literacy	2	15
Students	28	169	

Hasil analisis klasterisasi kata kunci memperoleh empat klaster utama yang merepresentasikan arah penelitian terkait model PBL dalam pembelajaran fisika. Klaster pertama berfokus pada aspek model dan metodologi pembelajaran, seperti *learning systems*, *research methods*, dan *quasi-experiments*, yang menunjukkan bahwa model PBL banyak diteliti dalam kerangka eksperimental untuk mengukur efektivitasnya terhadap hasil belajar fisika (Sagatbek et al., 2024). Klaster kedua menyoroti pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif yang merupakan karakteristik utama dari PBL (Nurhayati et al., 2023; Prima, 2020; Razak et al., 2022; Salazar et al., 2023; Satriawan et al., 2020; Setiawan & Islami, 2020; Sujanem et al., 2018) serta integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika (Goovaerts et al., 2019). Hal ini menguatkan peran PBL dalam mendorong siswa untuk berpikir lebih dalam dan menyelesaikan masalah secara sistematis melalui eksplorasi (Arwatchananukul et al., 2021).

Sementara itu, klaster ketiga memperlihatkan konsentrasi pada implementasi langsung PBL dalam konteks pembelajaran fisika, ditandai dengan dominasi kata kunci *physics learning* dan *problem based learning*. Fokus pada siswa sekolah menengah dan materi fisika seperti *solid elasticity* menunjukkan bahwa PBL digunakan untuk membangun pemahaman konsep yang bersifat abstrak melalui pendekatan kontekstual (Zahro et al., 2019). Klaster keempat menunjukkan peran penting teknologi digital dalam mendukung PBL, melalui penggunaan *education computing* dan penguatan literasi sains siswa. Temuan ini mendukung pandangan bahwa teknologi digital merupakan elemen penting dalam pembelajaran modern berbasis pemecahan masalah (Siswanto et al., 2022).

## SIMPULAN

Kajian bibliometrik ini memberikan gambaran komprehensif mengenai tren dan arah perkembangan penelitian terkait model PBL dalam pembelajaran fisika selama kurun waktu 2015–2024. Dari hasil analisis terhadap 54 dokumen terindeks Scopus, ditemukan bahwa publikasi terkait PBL dalam pembelajaran fisika mengalami fluktuasi, dengan tahun 2019 menjadi periode paling produktif sekaligus paling berpengaruh dalam jumlah publikasi dan sitasi. Indonesia muncul sebagai kontributor utama dalam hal jumlah publikasi, sementara *Journal of Physics: Conference Series* menjadi sumber publikasi paling dominan. Topik utama yang dikaji meliputi pengembangan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran. Klasterisasi kata kunci memperlihatkan bahwa PBL terintegrasi dengan pendekatan STEM dan metode eksperimental, serta mendorong pembelajaran kontekstual yang berpusat pada siswa. Penelitian ini menegaskan bahwa penerapan PBL yang didukung teknologi digital dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran fisika. Untuk memperluas dampak, diperlukan peningkatan kolaborasi internasional dan publikasi di jurnal bereputasi.

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa para guru/peneliti dapat memanfaatkan model PBL untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta integrasi teknologi digital dalam kelas fisika. Bagi peneliti, temuan ini membuka peluang untuk mengembangkan model PBL yang lebih inovatif dan kontekstual sesuai kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Untuk memperluas dampak dan meningkatkan pengaruh penelitian, disarankan adanya penguatan kolaborasi internasional, eksplorasi lintas disiplin, serta publikasi pada jurnal bereputasi tinggi agar hasil riset lebih diakui secara global.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aidoo, B. (2023). Teacher educators experience adopting problem-based learning in science education. *Education Sciences*, 13, 1113. <https://doi.org/10.3390/educsci13111113>
- Aisah, S. N., Sunarti, T., Prahani, B. K., Habibulloh, M., Deta, U. A., Wibowo, F. C., & Sanjaya, L. A. (2024). Bibliometric analysis related to culture-based physics learning to improve critical thinking ability. *AIP Conference Proceedings*, 3116(1). <https://doi.org/10.1063/5.0210752>
- Alreshidi, N. A. K., & Lally, V. (2024). The effectiveness of training teachers in problem-based learning implementation on students' outcomes: a mixed-method study. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03638-6>
- Anwar, C., Saregar, A., Yuberti, Y., Zellia, N., Widayanti, W., Diani, R., & Wekke, I. S. (2019). Effect size test of learning model arias and PBL: Concept mastery of temperature and heat on senior high school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(3). <https://doi.org/10.29333/ejmste/103032>
- Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2017). The effect of problem based learning (PBL) instruction on students' motivation and problem solving skills of physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 857–871. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00647a>
- Arwatchananukul, S., Jakkaew, P., Intayoad, W., & Aunsri, N. (2021). A case study in class user interface design of problem-based learning modeling (UIDPBL). 364–367. <https://doi.org/10.1109/ECTIDAMTNCN51128.2021.9425750>
- Ba, H., Xu, L., Gu, Y., Li, Y., Jiang, X., Li, X., & Li, S. (2025). Comparative study of problem-based learning and traditional teaching methods on medical students' outcomes in pediatrics clerkships. *Advances in Medical Education and Practice*, 16, 615–624. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S515527>
- Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, 1(1), 377–386. [https://doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00019](https://doi.org/10.1162/qss_a_00019)
- Bedogni, L., Cabri, G., Martoglia, R., & Poggi, F. (2023). Does the venue of scientific conferences leverage their impact? A large scale study on Computer Science conferences. *Library Hi Tech*, 41(2), 501–515. <https://doi.org/10.1108/LHT-09-2021-0305>
- Bihari, A., Tripathi, S., & Deepak, A. (2023). A review on h-index and its alternative indices. *Journal of Information Science*, 49(3), 624–665. <https://doi.org/10.1177/016555152111014478>
- Bologna, V., Longo, F., Peressi, M., & Sorzio, P. (2024). Towards an early physics approach for secondary students. *Journal of Physics: Conference Series*, 2727(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2727/1/012004>
- Bonafide, D. Y., Saregar, A., & Fasa, M. I. (2021). Problem-based learning model on students' critical-thinking skills: A meta-analysis study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012075>
- Borgohain, D. J., Lund, B., & Verma, M. K. (2023). A mathematical analysis of the h-index and study of its correlation with some improved metrics: A conceptual approach. *Journal of Information Science*. <https://doi.org/10.1177/01655515231184832>
- Bray, A., & Williams, J. (2020). Why is physics hard? Unpacking students' perceptions of physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1512(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1512/1/012002>
- Brignardello-Petersen, R., Santesso, N., & Guyatt, G. H. (2025). Systematic reviews of the literature: an introduction to current methods. *American Journal of Epidemiology*, 194(2), 536–542. <https://doi.org/10.1093/aje/kwae232>
- Carrió, M., Baños, J.-E., & Rodríguez, G. (2022). Comparison of the Effect of Two Hybrid Models of Problem-Based Learning Implementation on the Development of Transversal and Research Skills and the Learning Experience. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.875860>

- Ceci, S. J., Clark, C. J., Jussim, L., & Williams, W. M. (2024). Adversarial collaboration: An undervalued approach in behavioral science. *American Psychologist*. <https://doi.org/10.1037/amp0001391>
- Chai, S., & Menon, A. (2019). Breakthrough recognition: Bias against novelty and competition for attention. *Research Policy*, 48(3), 733–747. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.11.006>
- Chapman, A. L., Morgan, L. C., & Gartlehner, G. (2010). Semi-automating the manual literature search for systematic reviews increases efficiency. *Health Information and Libraries Journal*, 27(1), 22–27. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00865.x>
- Cheng, Z., Lu, X., Xiong, X., & Wang, C. (2021). What can influence the quality of international collaborative publications: A case study of humanities and social sciences international collaboration in China's double first-class project universities. *Social Sciences*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/socsci10030109>
- Das, S., Nandgaonkar, V., Eklarker, R., Balkhande, B. W., & Pande, S. D. (2023). Exploring the dynamics of pbl-based learning: A study on collaboration, reflection, engagement, critical thinking, and student success. In *Design and Implementation of Higher Education Learners' Learning Outcomes (HELLO)* (pp. 146–158). <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-9472-1.ch009>
- Devika, S. V, Siddapuram, A., Kaur, R., & Bollampally, A. (2024). From lecture-based learning to problem-based learning: A review on navigating the transformation in engineering education. *Journal of Engineering Education Transformations*, 38(Special Issue 1), 179–183. <https://doi.org/10.16920/jeet/2024/v38is1/24229>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Drijvers, P., Grauwin, S., & Trouche, L. (2020). When bibliometrics met mathematics education research: the case of instrumental orchestration. *ZDM - Mathematics Education*, 52(7), 1455–1469. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01169-3>
- Dua, J., Singh, V. K., & Lathabai, H. H. (2023). Measuring and characterizing international collaboration patterns in Indian scientific research. *Scientometrics*, 128(9), 5081–5116. <https://doi.org/10.1007/s11192-023-04794-3>
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and weaknesses. *FASEB Journal*, 22(2), 338–342. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF>
- Fauzan, T. A., & Soegoto, E. S. (2023). Computational bibliometric analysis of education technology using vosviewer application with publish or perish (using google scholar data). *Journal of Engineering Science and Technology*, 18(3), 1498–1508.
- Fidan, M., & Tuncel, M. (2019). Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. *Computers and Education*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103635>
- Fraumann, G., & Mutz, R. (2020). The h-index. In *Handbook Bibliometrics* (pp. 169–177). <https://doi.org/10.1515/9783110646610-018>
- García-Farieta, J. E., & Márquez, A. H. (2021). Beyond the magnetic field of a finite wire: A teaching approach using the superposition principle. *Physics Teacher*, 59(5), 348–350. <https://doi.org/10.1119/10.0004885>
- García-Villar, C., & García-Santos, J. M. (2021). Bibliometric indicators to evaluate scientific activity. *Radiologia*, 63(3), 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2021.01.002>
- Gaurina, M., Hrepić, Z., Nikolaus, P., & Dželalija, M. (2022). How gamification impacts physics? *New Perspectives in Science Education - International Conference, 2022*(11).
- Giamellaro, M., Buxton, C., Taylor, J., Ayotte-Beaudet, J.-P., L'Heureux, K., & Beaudry, M.-C. (2025). The landscape of research on contextualized science learning: A bibliometric network review. *Science Education*, 109(3), 851–875. <https://doi.org/10.1002/sc.21937>

- Gómez, M. C. S., García, J. L. C., Castro, S. V., & del Brio Alonso, I. (2025). Research methods in the educational field: bibliometric analysis - A comparative study between Scopus and WoS. *Revista Espanola de Educacion Comparada*, 46, 141–172. <https://doi.org/10.5944/reec.46.2025.40201>
- Goovaerts, L., De Cock, M., Struyven, K., & Dehaene, W. (2019). Developing a module to teach thermodynamics in an integrated way to 16 year old pupils. *European Journal of STEM Education*, 4(1). <https://doi.org/10.20897/ejsteme/3964>
- Harahap, R. H., Sudarma, T. F., Novika, S., & Mannasalwa, Z. (n.d.). Effectiveness and Innovation of Problem-Based Learning in Physics Learning in a Decade: A Literature Analysis of Critical Thinking Development. 12(3), 813–825.
- Herliana, F., Astra, I. M., Supriyati, Y., Mazlina, H., & Musdar. (2020). The differences in physics learning outcomes based on gender after using blended problem-based learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460(1), 12125. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012125>
- Hidayatullaah, H. N., Suprpto, N., Hariyono, E., Prahani, B. K., & Wulandari, D. (2021). Research trends on ethnoscience based learning through bibliometric analysis: Contributed to physics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2110(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2110/1/012026>
- Hofhuis, J., Mensen, M., ten Den, L. M., van den Berg, A. M., Koopman-Draijer, M., van Tilburg, M. C., Smits, C. H. M., & de Vries, S. (2018). Does functional diversity increase effectiveness of community care teams? The moderating role of shared vision, interaction frequency, and team reflexivity. *Journal of Applied Social Psychology*, 48(10), 535–548. <https://doi.org/10.1111/jasp.12533>
- Holubova, R. (2024). Does generation Z (and Alpha) need physics as a separate school subject? *Journal of Physics: Conference Series*, 2715(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2715/1/012003>
- Hung, W., & Amida, A. (2020). Problem-Based Learning in College Science. In *Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice* (pp. 325–339). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4_21)
- İnci, G., & Köse, H. (2024). The landscape of technology research in special education: A bibliometric analysis. *Journal of Special Education Technology*, 39(1), 94–107. <https://doi.org/10.1177/01626434231180582>
- Jing, Y., Wang, C., Chen, Y., Wang, H., Yu, T., & Shadiev, R. (2024). Bibliometric mapping techniques in educational technology research: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 29(8), 9283–9311. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12178-6>
- Kasaraneni, H., & Rosaline, S. (2024). Automatic merging of scopus and web of science data for simplified and effective bibliometric analysis. *Annals of Data Science*, 11(3), 785–802. <https://doi.org/10.1007/s40745-022-00438-0>
- Kersting, M., Blair, D., Sandrelli, S., Sherson, J., & Woithe, J. (2024). Making an Impression: mapping out future directions in modern physics education. *Physics Education*, 59(1). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad11e8>
- Kinasih, R. A., Prahani, B. K., Wibowo, F. C., & Costu, B. (2023). Profile of students' physics problem solving skills and implementation pbl model assisted by 3d digital module to improve problem solving skills. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 9(2), 245–256. <https://doi.org/10.21009/1.09207>
- Koerfer, E., & Gregorcic, B. (2024). Exploring student reasoning in statistical mechanics: Identifying challenges in problem-solving groups. *Physical Review Physics Education Research*, 20(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010105>
- Kusuma, A. A. K., Wibowo, F. C., Nasbey, H., & Deta, U. A. (2024). Scientific research on publication of students' difficulties in learning physics: Bibliometric analysis. *AIP Conference Proceedings*, 3116(1). <https://doi.org/10.1063/5.0210087>
- Le, H. T., Nguyen-Dinh, C. H., Van, H. T., & Nguyen, M. D. (2025). The Evolution of online physics education: insights from a bibliometric study. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 24(4), 221–249. <https://doi.org/10.26803/ijlter.24.4.11>

- Leeflang, M. M., Davenport, C., & Bossuyt, P. M. (2023). Defining the review question. In *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Diagnostic Test Accuracy* (pp. 75–95). <https://doi.org/10.1002/9781119756194.ch5>
- Lektip, C., Chaovalit, S., Wattanapisit, A., Lapmanee, S., Nawarat, J., & Yaemrattanakul, W. (2023). Home hazard modification programs for reducing falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 11. <https://doi.org/10.7717/peerj.15699>
- Levi, H., Merzel, A., Lehavi, Y., & Schwarz, B. (2024). Diagnosing the cognitive source of students' difficulties within the physics-mathematics interplay context. In *Challenges in Physics Education: Vol. Part F3953* (pp. 175–187). [https://doi.org/10.1007/978-3-031-72541-8\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-72541-8_12)
- Li, J., Burnham, J. F., Lemley, T., & Britton, R. M. (2010). Citation analysis: Comparison of web of science, scopus, scifinder, and google scholar. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries*, 7(3), 196–217. <https://doi.org/10.1080/15424065.2010.505518>
- Limaymanta, C. H., Quiroz-de-García, R., Rivas-Villena, J. A., Rojas-Arroyo, A., & Gregorio-Chaviano, O. (2022). Relationship between collaboration and normalized scientific impact in South American public universities. *Scientometrics*, 127(11), 6391–6411. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04523-2>
- Lindelöw, C. H., Hammarfelt, B., & Mazoni, A. (2025). Data sources used in bibliometrics 1978–2022: From proprietary databases to the great wide open. *Journal of the Association for Information Science and Technology*. <https://doi.org/10.1002/asi.25018>
- Maknun, J. (2021). Physics problem solving skills of civil engineering students by implementing problem-based learning. *Review of International Geographical Education Online*, 11(3), 594–603. <https://doi.org/10.33403/rigeo.800525>
- Mancin, S., Sguanci, M., Andreoli, D., Soekeland, F., Anastasi, G., Piredda, M., & De Marinis, M. G. (2024). Systematic review of clinical practice guidelines and systematic reviews: A method for conducting comprehensive analysis. *MethodsX*, 12(September 2023), 102532. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102532>
- Marcinauskas, L., Iljinas, A., Čyvienė, J., & Stankus, V. (2024). Problem-based learning versus traditional learning in physics education for engineering program students. *Education Sciences*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/educsci14020154>
- Mesbah, T., Abouzeid, E., Hassan, N., Ghaly, M., & Talaat, W. (2025). Mapping change: The effect of using concept mapping on the students' engagement and performance in problem-based learning tutorials. *Health Professions Education*, 11(1), 27–35. <https://doi.org/10.55890/2452-3011.1315>
- Nemakhavhani, R. B. (2024). Enhancing student engagement through problem-based learning: A case of the built environment. *Proceedings of the International Conference on Education Research, ICER 2024*, 247–254.
- Nicholus, G., Muwonge, C. M., & Joseph, N. (2023). The role of problem-based learning approach in teaching and learning physics: A systematic literature review. *F1000Research*, 12. <https://doi.org/10.12688/f1000research.136339.2>
- Núñez, R. P., Hernández-Suarez, C. A., & Suarez, A. A. G. (2022). Training action for physics teachers: an application of problem-based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2159(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2159/1/012017>
- Nurhayati, N., Suhandi, A., Muslim, M., & Kaniawati, I. (2023). Analysis of teachers and prospective physics teachers' difficulties in implementing problem-based learning model to improve students' 4c skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 2596(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2596/1/012058>
- Nurjanah, S., Sultan, J., Aisyah, S., Puspita, D., & Ulyasari, N. (2024). Bibliometric analysis of problem based learning in physics education: A scopus based study (1996-2023). *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 12(2), 310. <https://doi.org/10.20527/bipf.v12i2.18775>
- Páez-Quinde, C., Molina-Mora, D. P., Reyes-Bedoya, D., & Carrera-Calderon, F. (2022). Quantitative big data analytics for scientific and bibliometric mapping with industry 4.0 technologies.

- Proceedings - International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems, ICAISS 2022, 787–793. <https://doi.org/10.1109/ICAISS55157.2022.10010905>
- Perevoshchikov, D. V., Frolova, S. V., & Uvarova, M. P. (2024). Study of the level of training future school physics teachers in methods of physics experiments. *Perspektivy Nauki i Obrazovania*, 67(1), 152–170. <https://doi.org/10.32744/pse.2024.1.8>
- Prima, N. (2020). Preliminary study of development of students worksheet using creative problem based learning model in physics learning on senior high school. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1481, Issue 1). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012069>
- Purysheva, N. S., Teplyakova, K. O., Chulkova, G. M., Soldatenkova, M. D., & Lozovenko, S. V. (2025). Professional training for future physics teachers through immersion in a high-tech educational environment. *Obrazovanie i Nauka*, 27(5), 9–39. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2025-5-9-39>
- Putra, F. G., Lengkana, D., Sutiarmo, S., Nurhanurawati, Saregar, A., Diani, R., Widyawati, S., Suparman, Imama, K., & Umam, R. (2024). Mathematical Representation: a Bibliometric Mapping of the Research Literature (2013–2022). *Infinity Journal*, 13(1), 1–26. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i1.p1-26>
- Putranta, H., & Wilujeng, I. (2019). Physics learning by PhET simulation-assisted using problem based learning (PBL) model to improve students' critical thinking skills in work and energy chapters in MAN 3 Sleman. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 20(1).
- Razak, A. A., Ramdan, M. R., Mahjom, N., Zabit, M. N. M., Muhammad, F., Hussin, M. Y. M., & Abdullah, N. L. (2022). Improving critical thinking skills in teaching through problem-based learning for students: A scoping review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(2), 342–362. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.2.19>
- Sagatbek, A., Oni, T. K., Adah Miller, E., Gabdullina, G., & Balta, N. (2024). Do high school students learn more or shift their beliefs and attitudes toward learning physics with the social constructivism of problem-based learning? *Education Sciences*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/educsci14121280>
- Salazar, L. M., Díaz, M. H. R., & Slisko, J. (2023). Critical thinking development in physics courses by problem-based learning in virtual collaboration environments. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 31(4), 27–39. <https://doi.org/10.30722/IJISME.31.04.003>
- Saputro, D. R. S., Prasetyo, H., Wibowo, A., Khairina, F., Sidiq, K., & Wibowo, G. N. A. (2023). Bibliometric analysis of neural basis expansion analysis for interpretable time series (n-beats) for research trend mapping. *Barekeng*, 17(2), 1103–1112. <https://doi.org/10.30598/barekengvol17iss2pp1103-1112>
- Satriawan, M., Rosmiati, R., Widia, W., Sarnita, F., Suswati, L., Subhan, M., & Fatimah, F. (2020). Physics learning based contextual problems to enhance students' creative thinking skills in fluid topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(2), 22036. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022036>
- Schermerhorn, B. P., Passante, G., Sadaghiani, H., & Pollock, S. J. (2019). Exploring student preferences when calculating expectation values using a computational features framework. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 20144. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020144>
- Setiawan, H. J., & Islami, N. (2020). Improving critical thinking skills of senior high school students using the problem based learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1655(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1655/1/012060>
- Sharma, N., & Garg, V. (2024). Forecasting the future: Exploring advanced trends in digital education. 2024 4th International Conference on Advancement in Electronics and Communication Engineering, AECE 2024, 81–86. <https://doi.org/10.1109/AECE62803.2024.10911732>
- Shishigu, A., Hailu, A., & Anibo, Z. (2018). Problem-based learning and conceptual understanding of college female students in physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 145–154. <https://doi.org/10.12973/ejmste/78035>

- Siswanto, J., Harjanta, A. T. J., Suminar, I., & Suyidno, S. (2022). Digital learning integrated with local wisdom to improve students' physics problem-solving skills and digital literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 2392(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2392/1/012025>
- Srivastava, D. K., Ramamurthy, V. S., Nayak, S., & Chandran, D. S. (2025). Science beyond borders: international collaborations in basic sciences. In *Science Beyond Borders: International Collaborations in Basic Sciences*. <https://doi.org/10.1142/14074>
- Ssali, C., Kabuye Batiibwe, M. S., Dahl, B., Ampeire Kariisa, H., Magero, J. M., & Mayende, G. (2025). Problem-based learning in secondary school mathematics: a review. *Educational Research*, 67(2), 212–230. <https://doi.org/10.1080/00131881.2025.2493255>
- Sujanem, R., Poedjiastuti, S., & Jatmiko, B. (2018). The Effectiveness of problem-based hybrid learning model in physics teaching to enhance critical thinking of the students of SMAN. *Journal of Physics: Conference Series*, 1040(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1040/1/012040>
- Sunarti, T., Suprpto, N., Hidaayatullaah, H. N., Admoko, S., & Jauhariyah, M. N. R. (2025). Evaluating student responses to ethnophysics learning: Improving scientific literacy and problem-solving skills using a PLS-SEM approach. *Multidisciplinary Science Journal*, 7(10). <https://doi.org/10.31893/multiscience.2025454>
- Susanty, A. I., Artadita, S., Neo, T.-K., Neo, M., Pradana, M., & Amphawan, A. (2024). The nexus of cooperative learning and problem-based learning: A meta-analysis. *International Conference on Electrical, Computer, and Energy Technologies, ICECET 2024*. <https://doi.org/10.1109/ICECET61485.2024.10698055>
- Syahid, A., & Qodir, A. (2021). Journal of Language and Linguistic Studies: A fifteen-year bibliometric quest for a bigger impact. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 17, 290–314.
- Taylor, J., Hazari, Z., Rodriguez, I., Potvin, G., & Rodriguez, M. (2022). Studying pedagogical practices in physics through the lens of epistemic (in)justice. *Physics Education Research Conference Proceedings*, 463–468. <https://doi.org/10.1119/perc.2022.pr.Taylor>
- Teplitskiy, M., Duede, E., Menietti, M., & Lakhani, K. R. (2022). How status of research papers affects the way they are read and cited. *Research Policy*, 51(4). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104484>
- Thelwall, M., Kousha, K., Abdoli, M., Stuart, E., Makita, M., Wilson, P., & Levitt, J. (2024). Which international co-authorships produce higher quality journal articles? *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 75(7), 769–788. <https://doi.org/10.1002/asi.24881>
- Wang, G., Gan, Y., & Yang, H. (2022). The inverted U-shaped relationship between knowledge diversity of researchers and societal impact. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21821-0>
- Yew, E. H. J., & Goh, K. (2016). Problem-Based learning: An overview of its process and impact on learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75–79. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>
- Yulianti, E., Pratiwi, N., Mustikasari, V. R., Putri, A. P., Hamimi, E., & Rahman, N. F. A. (2020). Evaluating the effectiveness of problem-based learning in enhancing students' higher order thinking skills. *AIP Conference Proceedings*, 2215. <https://doi.org/10.1063/5.0000638>
- Zahro, R., Wilujeng, I., & Kuswanto, H. (2019). The effect of web-assisted problem based learning model on physics conceptual understanding of 10th grade Students. *Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1233, Issue 1)*. Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012058>
- Zhang, X., Xie, Q., & Song, M. (2021). Measuring the impact of novelty, bibliometric, and academic-network factors on citation count using a neural network. *Journal of Informetrics*, 15(2). <https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101140>