



## A bibliometric analysis of problem-based learning and physics education research (2013–2023)

Ahmad Fakhri Burhanudin, Firmanul C Wibowo, Hadi Nasbey

Artikel ini telah dipresentasikan pada kegiatan Seminar Nasional Fisika (Sinafi 9.0)

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

23 September 2023

### Abstract

The development of learning models of education is increasing. Teachers can use various methods and learning models to convey learning material to achieve learning goals at school, one of which is the Problem-Based Learning model. This research aims to discover the research trends of Problem-Based Learning and physics education in the last ten years, which have continued to increase. This research is quantitative research conducted by analyzing the bibliometric "Problem-Based Learning and physics education" model taken from annual publications, countries, institutions, authors, journals, references, and keywords in the field which are processed visually using R software. The results of this study were 121 Scopus database metadata documents used and analyzed with Biblioshiny. In general, China has the most publications, Fi Y is a figure who often researches PBL and physics education, and PBL is a learning model that focuses on problem-solving, critical thinking, and student independence. This research provides readers with an understanding of PBL and physics education and serves as a reference for further research.

**Keywords:** problem-based learning, physics education, learning models

### PENDAHULUAN

Saat ini, pendidikan dilakukan tidak hanya mengajarkan kemampuan intelektual, tetapi dengan mengajarkan cara mengolah emosi, kemampuan berpikir kritis, dan kreatif (Nugraha, 2018). Salah satu aspek kemampuan berpikir yang perlu mendapat penekanan pada pembelajaran sains adalah penyelesaian masalah (BNSP, 2006). (Kemendikbud, 2014) model pembelajaran berbasis masalah sebagai suatu model pembelajaran yang menantang peserta didik untuk belajar, bekerja secara kelompok dan mencari solusi dari permasalahan dunia nyata. Pembelajaran berbasis masalah (PBL) ini merupakan salah satu pedagogi yang mendapat perhatian luas dalam beberapa tahun terakhir (Xiaolei Hu, 2019).

Pembelajaran Berbasis masalah (*Problem Based Learning*) adalah pembelajaran yang diperoleh melalui proses menuju pemahaman akan resolusi suatu masalah (Masrinah et al, 2019). Menurut (Lidinillah, 2007) pendekatan pembelajaran ini dipusatkan kepada masalah-masalah yang disajikan oleh guru (Arends, 2008) yang mengacu pada pendekatan pembelajaran di mana peserta didik mengerjakan permasalahan yang autentik. Ini menekankan pengaturan belajar ke dalam situasi masalah yang kompleks, sehingga peserta didik dapat melatih dalam hal memecahkan masalah, serta memahami pengetahuan ilmiah yang tersirat di balik masalah tersebut (Dolmans, 2005). PBL dapat mempromosikan pengembangan keterampilan berpikir

✉ Ahmad Fakhri Burhanudin  
[fakhriahmad297@gmail.com](mailto:fakhriahmad297@gmail.com)

<sup>1</sup>Universitas Negeri Jakarta. Jakarta, Indonesia.

**How to Cite:** Burhanudin, A. F., Wibowo, F. C. & Nasbey, H. (2023). A Bibliometric Analysis of Problem-Based Learning and Physics Education Research (2013–2023). *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2(1), 10-20. <http://proceedings.upi.edu/index.php/sinafi>

kritis, kemampuan memecahkan masalah, dan keterampilan komunikasi (van Der Vleuten & Schuwirth, 2019). Itu juga dapat memungkinkan bekerja dalam kelompok, menemukan dan mengevaluasi bahan penelitian, dan pembelajaran seumur hidup (Compton, 2020).

Selain itu, (Fathurrohman, 2015) pembelajaran berbasis masalah (PBL) adalah suatu pendekatan yang memanfaatkan masalah aktual (otentik) yang tidak terstruktur dan terbuka dari konteks kehidupan sehari-hari (Triwahyuningtyas, 2020), yang dapat mengembangkan keterampilan siswa untuk memecahkan masalah yang telah diberikan dan membuat siswa berpikir cepat serta kritis (Purnomo, 2019). Penggunaan PBL dapat membuat siswa memahami materi pembelajaran dengan lebih baik dan memperoleh retensi yang lebih lama dibandingkan dengan metode lainnya (Triwahyuningtyas, 2020). Penggunaan PBL, menjadikan guru mampu membuat siswa menemukan masalah belajar secara mandiri, penggunaan PBL diharapkan siswa lebih terkesan dengan proses pembelajaran dan menemukan solusi dari permasalahan yang diberikan (Qudwatullathifah, 2019). (Nugraha, 2018) menyatakan bahwa *Problem Based Learning* ini diharapkan peserta didik dapat mengembangkan pengetahuan dan keterampilan (berpikir tingkat tinggi) meningkatkan motivasi belajarnya. (Walker, 2009) PBL memberikan pengetahuan baru yang merupakan langkah untuk mengatasi masalah dan memperbaiki kebiasaan yang tidak baik.

Dalam strategi disiplin ilmu seperti fisika, pemecahan masalah, lebih banyak digunakan umumnya terkait dengan permasalahan situasi yang bersifat pembuktian fenomena realitas (Lopez-Jimenez et al, 2021). Pembelajaran fisika di sekolah merupakan salah satu mata pelajaran yang tidak disukai siswa dan cenderung membosankan (Ufrida, 2019). Faktor yang paling sering terjadi adalah siswa harus menghafal seluruh rumus yang diberikan oleh guru, yang merupakan cara belajar konvensional (Istiyono, 2020). Pemecahan masalah dalam fisika mengarah pada pemahaman fisika dan strategi yang andal untuk membuktikan pembelajaran yang dicapai oleh siswa (Maknun, 2020). Penggunaan model pembelajaran yang tepat di kelas sangat diperlukan agar bisa menangani permasalahan ini, di mana biasanya siswa cenderung lebih suka tantangan dari pada hafalan (Ramadhan, 2019).

Penelitian ini mengenai analisis bibliometrik yang mengacu pada evaluasi kualitatif dan kuantitatif bidang penelitian tertentu menggunakan metode matematika dan statistik untuk memahami struktur pengetahuan dan mengeksplorasi tren perkembangan *PBL dan physics education* (Zhang, 2022). Dalam beberapa tahun terakhir, jenis penelitian bibliometrik telah mendapat perhatian luas untuk memberikan tinjauan komprehensif dari literatur yang diterbitkan, mengidentifikasi batasan penelitian dan tren penelitian di masa depan. (Liu, 2021). Studi bibliometrik yang diterbitkan sebelumnya tentang *PBL and physics education* terbatas pada artikel yang dikutip (Azer, 2017). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis publikasi ilmiah internasional menggunakan analisis bibliometrik kuantitatif dan kualitatif pada *PBL and physics education*. Penelitian ini akan memberikan perspektif baru dan referensi untuk penelitian *PBL and physics education* selanjutnya.

## **METODE**

### **Sumber data**

Publikasi tentang PBL diambil dari metadata yang digunakan diambil dari *database* Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)) yang diperlukan untuk mendapatkan informasi yang tepat dan praktis yang

kemudian akan diolah menggunakan Biblioshiny (Tupan, 2022). Basis data ini mencakup 121 jurnal tentang *Problem based learning and physics education* yang berkualitas baik di seluruh dunia, dan digunakan secara luas untuk analisis bibliometrik. Selain itu, *database* menyediakan akses ke penulis, afiliasi, kata kunci, dan referensi yang dikutip untuk setiap publikasi, yang diperlukan untuk penelitian ini.

### Strategi Pencarian

Strategi yang dicari adalah *Timespan* = “*Problem Based Learning and physics education*” dari tahun 2013 hingga 2023. Tidak ada batasan bahasa, sebanyak 121 publikasi yang diambil yang kemudian akan diolah dan dianalisis menggunakan *bibliometric*.

### Analisis data

Semua dokumen yang diunduh diimpor ke R (versi 4.3.1) dan Microsoft Excel 2019. *Bibliometric R* adalah alat sumber terbuka untuk penelitian kuantitatif dalam *scientometrics* dan *bibliometrics* (Aria, 2017). Pemetaan pengetahuan ilmiah secara intuitif dapat memahami *hotspot* penelitian dan proses pengembangan setiap bidang dalam sistem pengetahuan dan memprediksi tren pengembangan setiap bidang (Chen, 2004).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tren Publikasi global

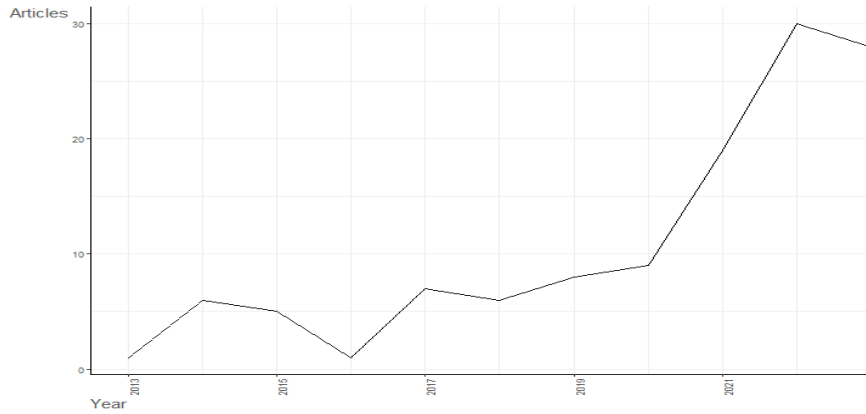
Berdasarkan jumlah publikasi tahunan, periode ini dibagi menjadi 2 fase (Gambar 1): fase pertama adalah periode awal (2013–2018), dengan rata-rata 4 publikasi per tahun; fase kedua, dari tahun 2019 hingga 2023, dianggap sebagai periode pengembangan, dengan rata-rata publikasi tahunan sebanyak lebih dari 19 dengan terbanyak publikasi sebanyak 30 pada tahun 2022.

### Distribusi Negara atau Wilayah

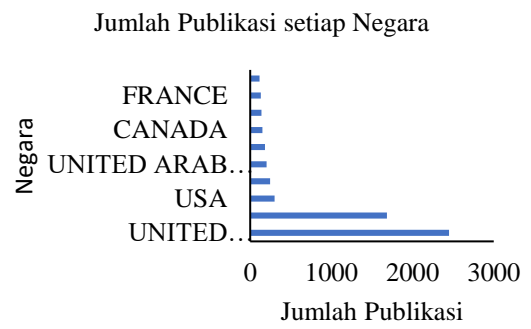
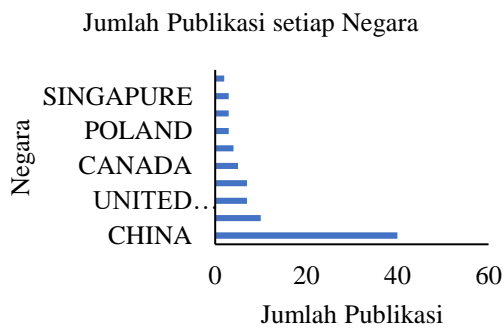
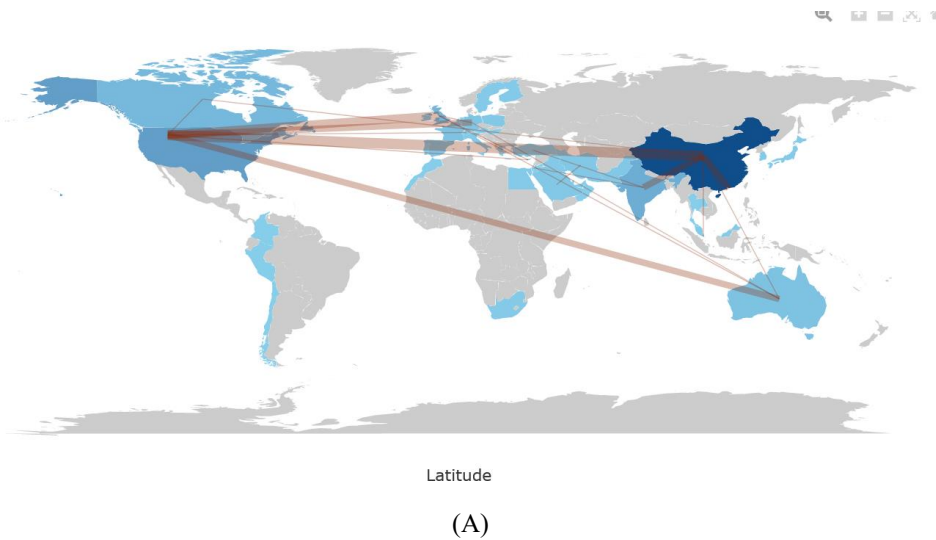
Pada Gambar 2 menunjukkan peta dunia berdasarkan jumlah publikasi yang diterbitkan di setiap negara. Sebanyak 34 negara/wilayah telah mempublikasi mengenai *PBL and physics education*. China menyumbang publikasi terbanyak dengan (40, 33% dari seluruh publikasi), di ikuti oleh India (10, 8,3%), United Kingdom (7, 5,8%), USA (7, 5,8%), dan Canada (5, 4,1%) (Gambar 2B). Publikasi dari United Kingdom (2449 kutipan) adalah yang paling banyak dikutip, di lanjut dengan China (1683 kutipan), USA (299 kutipan), dan India (247 kutipan) (Gambar 2C).

### Distribusi Institusi

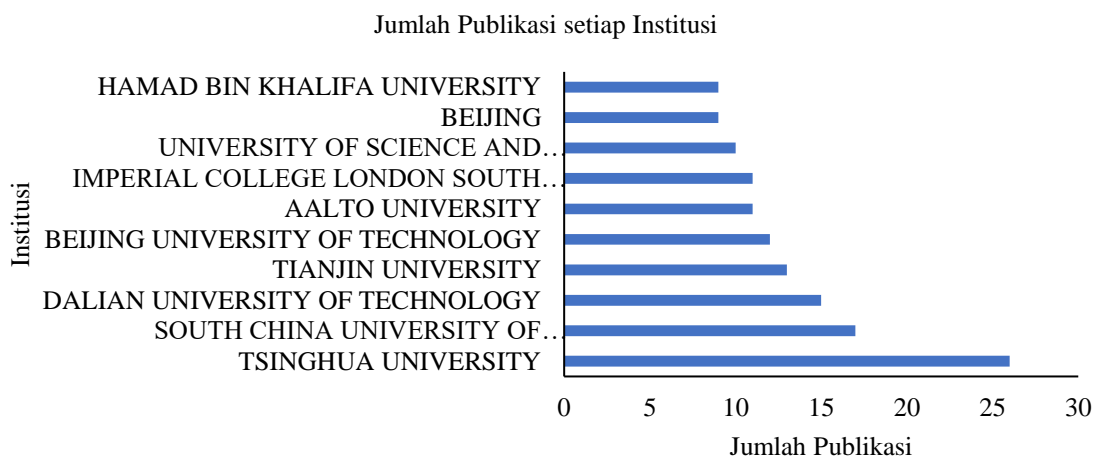
Sebanyak 251 institusi telah menerbitkan makalah di bidang ini. Di antaranya Tsinghua University memberikan kontribusi terbanyak (26 catatan), diikuti oleh South China University Of Technology (17 catatan), Dalian University Of Technology (15 catatan), Tianjin University (13 catatan), dan Beijing University Of Technology (12 catatan) (Gambar 3).



**Gambar 1.** Jumlah publikasi tahunan di bidang penelitian *PBL and physics education*



**Gambar 2.** Negara-negara berkontribusi pada penelitian *PBL and physics education*. (A)Peta dunia jumlah publikasi yang diterbitkan oleh negara. (B)Sepuluh negara teratas dengan jumlah publikasi terbesar. (C) Jumlah kutipan terbanyak dari berbagai negara.



**Gambar 3.** Institusi yang berkontribusi dalam penelitian *PBL dan physics education*.

### Analisis Jurnal dan Area Penelitian

Dari 121 artikel yang didapatkan serta 97 jurnal. Pada Tabel 1 merupakan daftar sepuluh jurnal paling populer yang menerbitkan makalah tentang *PBL dan physics education*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* sebagai peringkat pertama dengan frekuensi (6 artikel), diikuti *International Journal Of Hydrogen Energy* dengan (4 artikel), *Energy Reports* (3 artikel), dan *Progress in Energy and Combustion Science* (3 artikel).

**Tabel 1.** Sepuluh jurnal populer.

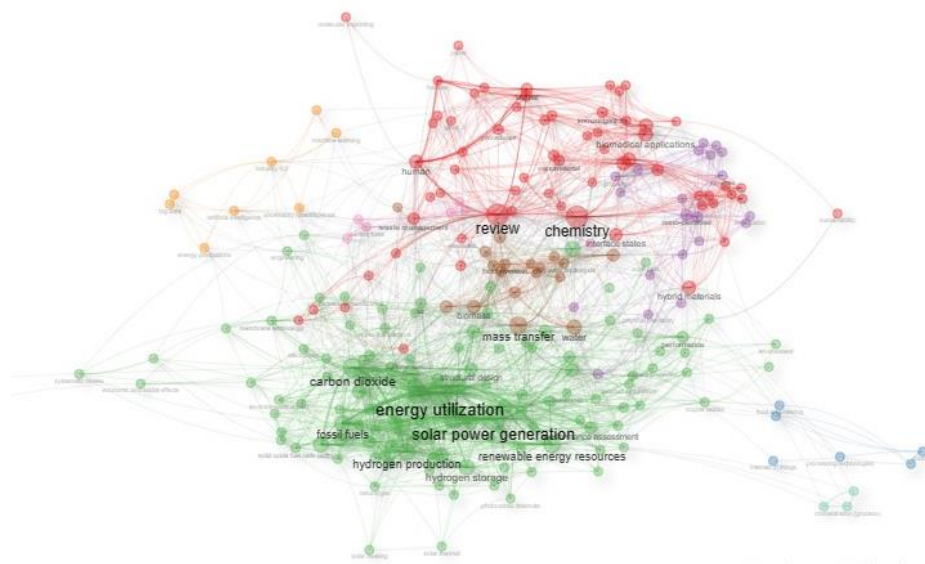
Sources	Rank	Freq
Renewable and sustainable energy reviews	1	6
International journal of hydrogen energy	2	4
Energy reports	3	3
Progress in energy and combustion science	4	3
Advanced materials	5	2
Desalination	6	2
Energy and environmental science	7	2
Rrontiers in education	8	2
International journal of heat and mass transfer	9	2
Iscience	10	2

### Analisis Penulis

Dari segi jumlah publikasi, Li Y adalah penulis yang paling produktif (N=6), diikuti oleh Liu T (N=6), Wang H (N=5), Wang Y (N=5), Zhang X (N=5) (Gambar 5A). Dari semua penulis yang pernah melakukan penelitian tentang *PBL dan physics education*, Zhang Y dan Wang H merupakan penulis dengan jumlah kutipan terbanyak yaitu (719 kutipan), disusul Li Y, Wang Y, dan Li J dengan (68 kutipan) (Gambar 5B). Publikasi dari Li Y menempati urutan tertinggi h-indeks (6), diikuti oleh Wang H, Yang J, dan Zang Y (4) (Gambar 5C).

**Analisis Kata Kunci Co-occurrence**

Kami menganalisis total 29 kata kunci yang diidentifikasi muncul lima dan lebih dari lima kali (Gambar 6A). Sebagian besar kata kunci diterbitkan setelah 2015, dengan warna lebih hijau dan biru. Visualisasi kepadatan menunjukkan kata kunci teridentifikasi yang tepat yang dipetakan berdasarkan frekuensi kemunculan (Gambar 6B).



**Gambar 4.** Peta jaringan jurnal

**DISKUSI**

Penelitian ini menganalisis sifat bibliometrik dari 121 publikasi yang termasuk dalam indeks kutipan studi *PBL and physics education* yang dilakukan selama 10 tahun terakhir. Kecenderungan publikasi tahunan menunjukkan bahwa studi selama periode ini adalah pertumbuhan yang stabil. Hasil bibliometrik memberikan informasi kepada peneliti dan pembaca mengenai pentingnya pengetahuan tentang *PBL and physics education* dan memungkinkan mereka mendapatkan referensi yang bermakna berdasarkan data objektif.

**Tabel 2 :** Sepuluh besar wilayah penelitian yang representatif

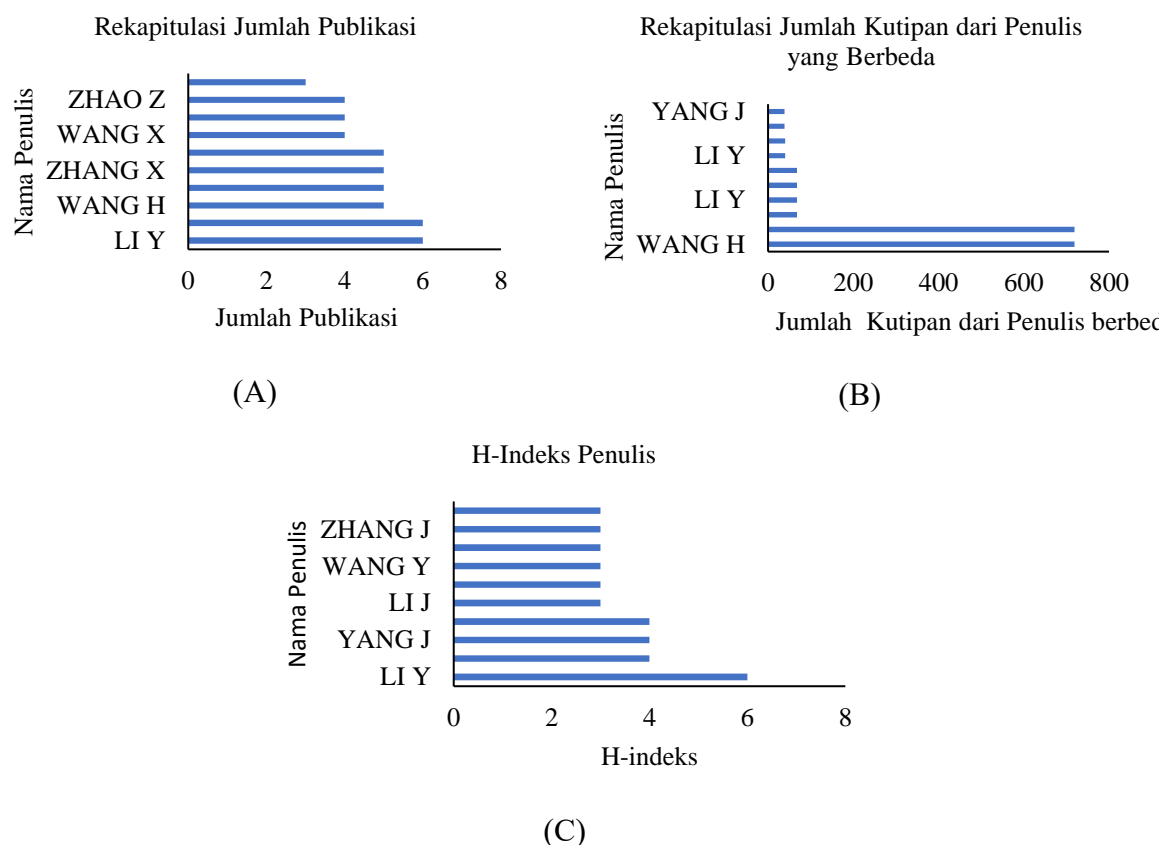
Rank	Area Penelitian	Rekaman	(% dari 1492)
1	Energy utilization	13	0,871314
2	Carbon dioxide	11	0,737265
3	Solar energy	11	0,737265
4	Solar power generation	11	0,737265
5	Renewable energies	10	0,670241
6	Desalination	9	0,603217
7	Climate change	8	0,536193
8	Mass transfer	8	0,536193
9	Renewable energy resources	8	0,536193
10	Review	8	0,536193

Analisis kuantitatif dan visual dari distribusi negara/wilayah dan lembaga menunjukkan bahwa China merupakan negara yang paling sering membuat penelitian tentang *PBL and*



*physics education*. Seperti yang ditunjukkan di Gambar 3, terdapat kepadatan dan keluasan kerja sama yang lebih besar antara berbagai negara. Banyak institusi yang telah mengkaji mengenai hal ini seperti Tsinghua University, South China University Of Technology, Dalian University Of Technology, Tianjin University, dan Beijing University Of Technology.

Pembelajaran berbasis masalah adalah metode pengajaran yang berorientasi pada masalah (Ramadhani, 2019). Pengajaran model ini, siswa mengumpulkan informasi secara mandiri seputar masalah (Nuryantini et al., 2020), mencari tahu dan memecahkan masalah, dan mengembangkan kemampuan belajar dan inovasi mandiri (Domingo-Osle et al, 2021).



**Gambar 5.** Analisis penulis. (A) Jumlah publikasi penulis. (B) Jumlah kutipan dari penulis yang berbeda di bidang PBL. (C) H-indeks untuk penulis.

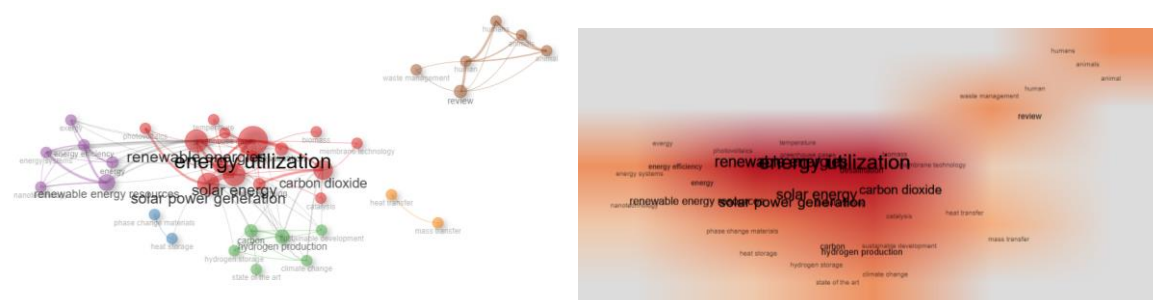
Dalam dekade terakhir, fokus pengajaran dan pembelajaran, secara bertahap telah bergeser ke pengembangan pemecahan masalah, pemikiran kritis, dan kemandirian siswa.

**Tabel 3.** Sepuluh kutipan analisis publikasi di bidang ini.

Peringkat	Judul	Penulis	Sumber	Tahun	Jumlah
1	Carbon capture and storage (CCS): the way forward	Mai Bui	Energy & Environmental Science	2018	2015
2	Recent Developments in Paper-Based Microfluidic Devices	David M. Cate	ACS. Publication	2015	941
3	Advance Carbon for Flexible and Wearable Electronics	Chunya Wang	Wiley Online Library	2019	719
4	Molecular imprinting science and technology: a survey of	Michael J	Jurnal Molecular Recognition	2014	352

Peringkat	Judul	Penulis	Sumber	Tahun	Jumlah
	the literature for the years 2004–2011				
5	Constructal law of design and evolution: Physics, biology, technology, and society	Adrian Bejan	Jurnal of Applied Physics	2013	258
6	The revival of thermal utilization from the Sun: interfacial solar vapor generation	Lin Zhou	NSR National Science Review	2019	205
7	Energy for desalination: A state-of-the-art review	Haya Nasrullah	ScienceDirect	2020	201
8	Biomedical Applications of Recombinant Silk-Based Materials	Tamara Bernadette Aigner	Wiley Online Library	2018	183
9	Recent developments in thermally-driven seawater desalination: Energy efficiency improvement by hybridization of the MED and AD cycles	Kim Choon Ng	ScienceDirect	2015	142
10	Recent advances on the fundamental physical phenomena behind stability, dynamic motion, thermophysical properties, heat transport, applications, and challenges of nanofluids	Zafar Said	ScienceDirect	2022	138

Saat ini PBL terus mengalami peningkatan dan semakin banyak universitas dan sekolah menggunakan model ini dalam pengajarannya karena dapat dikatakan model ini cocok dengan teori belajar konstruktivis (Al-Azri & Ratnapalan, 2014). Pembelajaran fisika disekolah menuntut siswa untuk mengerti konsep dasar fisika sekolah dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan model PBL ini siswa akan sering menganalisis persoalan-persoalan yang akan di temui.



Gambar 6. Analisis co-kejadian kata kunci: (Kiri)Visualisasi jaringan; (Kanan)Visualisasi kepadatan.

Dari analisis kata kunci, penelitian ini berfokus pada dua orientasi: (1) Perluasan model pengajaran PBL, seperti pembelajaran berbasis kasus, kelas terbalik, pembelajaran berbasis tim. Penelitian pedagogis seputar PBL secara bertahap meluas ke mode pengajaran yang berbeda, yaitu untuk mempromosikan pembelajaran peserta didik yang lebih aktif dan positif dan pengembangan pendidikan. (2) Menerapkan metode PBL pada pembelajaran fisika;



“Pertanyaan” adalah cara terbaik untuk mempromosikan pemikiran kritis pada siswa, yang sangat dibutuhkan dalam perkembangan pemikiran siswa untuk meningkatkan pemikiran kritis siswa.

Perlu diketahui bahwa analisis bibliometrik ini memberikan ide-ide baru dalam penelitian. Pertama, PBL merupakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa yang telah banyak digunakan dalam berbagai disiplin ilmu. Namun, ada karakteristik pengajaran yang berbeda dalam disiplin ilmu yang berbeda, dan penilaian kuantitatif jangka panjang tentang keefektifannya masih langka. Kedua, pembelajaran berbasis masalah adalah metode pengajaran lanjutan, tetapi metode pengajaran klasik dan tradisional tidak dapat ditolak secara keseluruhan karena kebutuhan di mana keduanya dapat berdampingan dan saling melengkapi kelebihan masing-masing (Zhang, 2022). Dari sudut pandang guru, merencanakan poin-poin penting dan sulit dari pembelajaran dan mengembangkan garis besar diskusi yang ditargetkan untuk memotivasi siswa tidak diragukan lagi merupakan kunci penelitian PBL. Ketiga, pertanyaan merupakan inti dari PBL, dan semua kegiatan pembelajaran berkisar pada pertanyaan. Namun, tujuan PBL adalah untuk mencapai tujuan khusus, seperti mengembangkan basis pengetahuan siswa dan berbagai kemampuan, kemudian menyiapkan kurikulum dan merancang pertanyaan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Dalam penelitian yang kami lakukan tentu memiliki keterbatasan yang tidak dapat dihindari di antaranya : Pertama, data bibliometrik berubah seiring waktu, dan kesimpulan yang berbeda dapat ditarik seiring waktu; Kedua, analisis bibliometrik hanya sebagai alat bantu, dan hasilnya mungkin berbeda dengan kondisi penelitian di dunia nyata; Ketiga, kami membatasi istilah pencarian untuk topik studi untuk "*PBL and physics education*", yang memungkinkan beberapa artikel yang relevan mungkin terlewatkan.

## SIMPULAN

Penelitian ini memberikan informasi mengenai *Problem Based Learning* (PBL) dan *Physics education* di seluruh dunia dalam jangka waktu 10 tahun terakhir. Pembelajaran Berbasis masalah adalah pembelajaran yang diperoleh melalui proses menuju pemahaman dari suatu masalah dengan pendekatan pembelajaran ini dipusatkan kepada masalah-masalah yang disajikan oleh guru yang mengacu pada pendekatan pembelajaran di mana peserta didik mengerjakan permasalahan yang autentik. Penelitian mengenai PBL ini terus meningkat dalam sepuluh tahun terakhir dengan Negara paling sering berpartisipasi dalam penelitian ini adalah China lebih dari 30% publikasi serta penulis yang paling sering melakukan penelitian ini adalah Liu Y. Jurnal paling menarik dalam penelitian ini adalah dalam Pendidikan. Selain itu, inisiatif penelitian kolaboratif perlu dibangun antara institusi di negara berkembang dan di negara maju.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini terutama Universitas Negeri Jakarta serta teman-teman, sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini dan semoga penelitian yang telah kami buat dapat bermanfaat bagi pembaca.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Azri, H., & Ratnapalan, S. (2014). Problem-based learning in continuing medical education: review of randomized controlled trials. *Canadian family physician*, 60(2), 157-165.
- Arends, D., & Kilcher, A. (2010). *Teaching for student learning: Becoming an accomplished teacher*. Routledge.
- Aria, M. (2017). Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal Informetric*. 11(1), 959-975.
- Azer, S. A. (2017). Top-cited articles in problem-based learning: A bibliometric analysis and quality of evidence assessment. *Journal of Dental Education*, 81(4), 458-478.
- BNSP. (2006). Panduan penyusunan kurikulum tingkat satuan pendidikan jenjang pendidikan dasar dan menengah. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan
- Chen, C. (2004). Searching for intellectual turning points: progressive knowledge domain visualization. In *Proceedings Science of Aging Knowledge Environment U S A* 101, 5303-5310.
- Compton, R. M., Owilli, A. O., Norlin, E. E., & Murdoch, N. L. H. (2020). *Does problem-based learning in nursing education empower learning?*. *Nurse Education in Practice*, 44, 102752.
- Dolmans, D. H., De Grave, W., Wolfhagen, I. H., & Van Der Vleuten, C. P. (2005). Problem-based learning: Future challenges for educational practice and research. *Medical education*, 39(7), 732-741.
- Domingo-Osle, M., La Rosa-Salas, V., Ambrosio, L., Elizondo-Rodriguez, N., & Garcia-Vivar, C. (2021). Educational methods used in cancer training for health sciences students: An integrative review. *Nurse Education Today*, 97, 104704.
- Triwahyuningtyas, D. A. S. (2020). E-modul pembelajaran berbasis masalah pesawat menggunakan Kvisoft Flipbook Pembuat untuk siswa sekolah dasar. *Jurnal Prima Edukasia*, 8 (2), 2020, 199-208.
- Masrinah, E. N., Aripin, I., & Gaffar, A. A. (2019, October). Problem based learning (PBL) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 1, pp. 924-932)..
- Zhang, F., Wang, H., Bai, Y., & Zhang, H. (2022). A bibliometric analysis of the landscape of problem-based learning research (1981-2021). *Frontiers in psychology*, 13, 828390.
- Fathurrohman, M. (2015). *Model-model pembelajaran*. Ar-ruzz media.
- Istiyono, E., Dwandaru, W. S. B., Setiawan, R., & Megawati, I. (2020). Developing of Computerized Adaptive Testing to Measure Physics Higher Order Thinking Skills of Senior High School Students and Its Feasibility of Use. *European Journal of Educational Research*, 9(1), 91-101.
- Kemendikbud. (2014). Lampiran III, peraturan menteri pendidikan dan kebudayaan republik indonesia, nomor 57 tahun 2014 tentang kurikulum 2013 sekolah dasar/madrasah ibtidaiyah.
- Lidinillah, D. A. M. (2008). Strategi pembelajaran pemecahan masalah di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 10(1-5), 1-10.
- Liu, Y., Li, X., Ma, L., & Wang, Y. (2022). Mapping theme trends and knowledge structures of dignity in nursing: A quantitative and co-word biclustering analysis. *Journal of Advanced Nursing*, 78(7), 1980-1989.
- Maknun, J. (2020). Implementation of Guided Inquiry Learning Model to Improve Understanding Physics Concepts and Critical Thinking Skill of Vocational High School Students. *International Education Studies*, 13(6), 117-130.
- Nugraha, W. S. (2018). Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan penguasaan konsep IPA siswa SD dengan menggunakan model problem based learning. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 10(2), 115-127.
- Nuryantini, A. Y., Fajriah, H. N., Zakwandi, R., & Nuryadin, B. W. (2020, June). Simple harmonic motion experiments with the accelerometer sensor on a smartphone: Improving the problem solving-ability. In *Journal of Physics: Conference Series* 1572(1) , p. 012058)

- Lopez-Jimenez, P. A., Gil-Duque, G. M., & Garcés-Gómez, Y. A. (2021). Real problem solving as a teaching strategy for physics education: Case study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(1), 15-23.
- Purnomo, H. S. (2019). Implementasi pembelajaran berbasis masalah dan group investigation (PBL go-in) untuk meningkatkan kompetensi siswa SMK. *Jurnal Studi Pendidikan Kejuruan*, 2(1), 47-53.
- Qudwatullathifah, R. S. (2019). Kemampuan pemecahan masalah siswa berdasarkan penguasaan konsep pecahan dalam model PBL. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(8), 207-214.
- Ramadhan, S., Mardapi, D., Prasetyo, Z. K., & Utomo, H. B. (2019). The development of an instrument to measure the higher order thinking skill in physics. *European Journal of Educational Research*, 8(3), 743-751.
- Ramadhani, R., Syamsul, H., & Rofiqul, U. (2019). Problem-based learning, its usability and critical view as educational learning tools. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 6(3), 193-208.
- Tupan, T. (2022). Analisis bibliometrik perkembangan potensi energi baru dan terbarukan di Indonesia menggunakan R Biblioshiny dan VosViewer. *Journal of Library and Information Science*, 2(2), 71-81.
- Jufrida, J., Kurniawan, W., Astalini, A., Darmaji, D., Kurniawan, D. A., & Maya, W. A. (2019). Students' Attitude and Motivation in Mathematical Physics. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(3), 401-408.
- van Der Vleuten, C. P., & Schuwirth, L. W. (2019). Assessment in the context of problem-based learning. *Advances in Health Sciences Education*, 24(5), 903-914.
- Walker, A. &. (2009). A problem based learning meta analysis: Differences across problem types implementation types, disciplines, and assessment levels. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(1), 6-10.
- Hu, X., Zhang, H., Song, Y., Wu, C., Yang, Q., Shi, Z., ... & Chen, W. (2019). Implementation of flipped classroom combined with problem-based learning: an approach to promote learning about hyperthyroidism in the endocrinology internship. *BMC Medical Education*, 19, 1-8.