



The influence of PBL and BBL models on the acquisition and improvement of elementary school students' mathematical concept understanding abilities

Cucu Maryam¹, Dinn Wahyudin²

^{1,2} Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia
cucumaryam85@gmail.com¹, dinn_wahyudin@upi.edu²

ABSTRACT

This study explores the impact of using the Problem Based Learning (PBL) and Brain Based Learning (BBL) models on the achievement and development of elementary school students' mathematical concept understanding abilities. The method applied is a quantitative approach with quasi-experimental and descriptive designs. Participants in this study included sixth-grade students from a public elementary school in Bandung, who were divided into two experimental groups: one used the PBL model, and the other applied the BBL model. The measurement tool used in this study is an essay test designed to assess the ability to understand mathematical concepts. The findings of this study indicate that the implementation of both learning methods, namely PBL and BBL, has a significant impact on students' ability to understand mathematical concepts. Although the BBL model shows a more significant improvement tendency than the PBL model, the difference in effects between the two methods in enhancing mathematical understanding is not statistically significant. This research contributes to developing innovative, appropriate, and efficient mathematics learning models for use at the elementary school level.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 5 Des 2024

Revised: 2 Apr 2025

Accepted: 5 Apr 2025

Available online: 11 Apr 2025

Publish: 28 May 2025

Keywords:

ability to understand; brain based learning; mathematical concepts; problem-based learning

Open access

Inovasi Kurikulum is a peer-reviewed open-access journal.

ABSTRAK

Studi ini bertujuan mengeksplorasi dampak penggunaan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dan Brain Based Learning (BBL) terhadap pencapaian serta perkembangan kemampuan pemahaman konsep Matematika murid di sekolah dasar. Metode yang diterapkan adalah pendekatan kuantitatif dengan rancangan quasi-eksperimen dan deskriptif. Partisipan dalam penelitian ini meliputi peserta didik kelas VI dari sebuah sekolah dasar negeri di Bandung, yang dibagi menjadi dua kelompok eksperimen: satu kelompok menggunakan model PBL dan kelompok lainnya menerapkan model BBL. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes esai yang dirancang untuk menilai kemampuan pemahaman konsep Matematika. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan kedua metode pembelajaran, yaitu PBL dan BBL, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan pemahaman konsep Matematika peserta didik. Meskipun model BBL menunjukkan kecenderungan peningkatan yang lebih besar dibandingkan model PBL, perbedaan efek antara kedua metode dalam meningkatkan kemampuan pemahaman Matematika tidak signifikan secara statistik. Penelitian ini memberikan sumbangan terhadap pengembangan model pembelajaran Matematika yang inovatif, sesuai, dan efisien untuk digunakan di tingkat sekolah dasar.

Kata Kunci: kemampuan pemahaman; konsep matematis; pembelajaran berbasis masalah; pembelajaran berbasis otak

How to cite (APA 7)

Maryam, C., & Wahyudin, D. (2025). The influence of PBL and BBL models on the acquisition and improvement of elementary school students' mathematical concept understanding abilities. *Inovasi Kurikulum*, 22(2), 873-886.

Peer review

This article has been peer-reviewed through the journal's standard double-blind peer review, where both the reviewers and authors are anonymised during review.

Copyright

2025, Cucu Maryam, Dinn Wahyudin. This an open-access is article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author, and source are credited. *Corresponding author: cucumaryam85@gmail.com

INTRODUCTION

Pendidikan adalah salah satu aspek krusial dalam pengembangan sumber daya manusia, termasuk pendidikan matematik. Sebagai mata pelajaran dasar yang penting dalam kurikulum pendidikan, Matematika memiliki peran vital dalam membekali peserta didik dengan kemampuan memahami konsep yang kokoh, yang diperlukan untuk menghadapi tantangan masa depan. Namun, meskipun memiliki peran penting, pembelajaran Matematika sering kali dianggap sulit dan kurang menarik oleh peserta didik. Pandangan ini akhirnya berkontribusi pada rendahnya minat belajar serta prestasi peserta didik dalam mata pelajaran Matematika. Adapun fakta yang terjadi di lapangan, memperlihatkan bahwa kemampuan tersebut belum tercapai secara maksimal dan menyeluruh oleh semua peserta didik. The *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) dalam *Program for International Student Assessment* (PISA) hasil tahun 2022 yang diumumkan pada 5 Desember 2023, menyatakan bahwa hasil survei internasional PISA mengkonfirmasi bahwa kemampuan Matematika peserta didik Indonesia masih perlu ditingkatkan secara signifikan. Hanya sebagian kecil peserta didik yang mampu menerapkan konsep Matematika dasar dalam kehidupan sehari-hari. Data ini menunjukkan bahwa kualitas pembelajaran Matematika di Indonesia perlu terus diperbaiki agar peserta didik dapat bersaing di tingkat global. Matematika mendorong peserta didik untuk berpikir secara sistematis dan analitis tidak hanya sekadar mata pelajaran. Melalui pembelajaran Matematika, peserta didik belajar untuk memecahkan masalah dengan cara yang terstruktur serta dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa peserta didik yang memiliki pemahaman yang kuat tentang konsep dasar Matematika dapat lebih mudah menganalisis informasi dan menemukan solusi untuk masalah kompleks. Matematika tidak hanya sekadar mata pelajaran, tetapi juga merupakan alat untuk mengasah kemampuan berpikir sehingga dapat mengaplikasikan konsepnya dalam persoalan lain hingga persoalan kehidupan sehari-hari (Suryapusitarini, 2018). Untuk memantik keterampilan berpikir kritis ini, pembelajaran dapat menerapkan model yang mampu membantu peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikirnya, salah satunya adalah *Problem Based Learning* (PBL) dan *Brain Based Learning* (BBL).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bagaimana kedua pendekatan pembelajaran tersebut memberikan dampak yang positif terhadap hasil belajar peserta didik. Penelitian Asih *et al.* (2019) menunjukkan bahwa peserta didik yang belajar dengan PBL mengalami peningkatan pemahaman yang signifikan terhadap pemahaman konsep matematis peserta didik dibandingkan dengan yang menggunakan metode pembelajaran tradisional. Penelitian ini membandingkan efektivitas BBL dengan PBL dan menemukan bahwa BBL memiliki dampak yang lebih tinggi dalam meningkatkan pemahaman peserta didik. Berdasarkan Penelitian-penelitian tersebut, diketahui bahwa baik model PBL maupun BBL memiliki pengaruh positif terhadap peningkatan pemahaman konsep Matematika peserta didik SD. Model PBL cenderung menunjukkan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis peserta didik, sementara BBL juga memberikan kontribusi signifikan dalam hal pemahaman konsep (Anggraini *et al.*, 2020; Mareti & Hadiyanti, 2021). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik sangat berpengaruh terhadap prestasi akademik dan keterampilan berpikir kritis yang mereka miliki. Di sisi lain, masih banyak peserta didik, terutama di tingkat sekolah dasar, yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep Matematika. Hal ini menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pemahaman peserta didik tentang apa yang dimaksud dengan "memahami Matematika". Penelitian ini akan mengimplementasikan model PBL dan BBL yang merupakan dua pendekatan pembelajaran yang diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konsep matematis peserta didik.

Model PBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar melalui pemecahan masalah nyata, sehingga mereka dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (Amarullah *et al.*, 2025). Kedua model ini memiliki keunggulan masing-masing yang dapat saling melengkapi. PBL mendorong peserta didik untuk aktif terlibat dalam pembelajaran, sedangkan BBL membantu dalam memahami cara kerja otak peserta didik dalam proses belajar. Dengan menggabungkan kedua pendekatan ini, diharapkan dapat mengkaji penerapan dua model pembelajaran, yaitu PBL dan BBL, dalam meningkatkan pemahaman konsep Matematika peserta didik sekolah dasar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kedua model pembelajaran tersebut dapat memperkuat pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep matematis, sekaligus mengembangkan minat dan motivasi mereka terhadap pelajaran Matematika bagi peserta didik Sekolah Dasar (SD). Dengan menggabungkan keunggulan masing-masing model di mana PBL mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran, dan BBL memahami cara kerja otak peserta didik—diharapkan dapat tercipta metode pembelajaran yang lebih efektif dan sesuai dengan karakteristik peserta didik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode pembelajaran Matematika yang lebih inovatif dan relevan dengan kebutuhan dan kecenderungan belajar peserta didik.

LITERATURE REVIEW

Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis

Pemahaman konsep sangat penting untuk dimiliki oleh peserta didik. Dengan memahami konsep, peserta didik akan lebih mudah mempelajari materi yang diterima. Swafford *et al* dalam buku “*Adding it Up: Helping Children Learn Mathematics*” menjelaskan bahwa *conceptual understanding* (pemahaman konsep) merupakan kemampuan dalam memahami konsep, operasi, dan relasi dalam Matematika. Dengan demikian, pemahaman konsep sangat penting bagi peserta didik karena akan membantu peserta didik untuk mempermudah dalam penyelesaian permasalahan setiap materi-materi yang diberikan kepada peserta didik. Pemahaman konsep yang baik akan memudahkan peserta didik dalam mempelajari materi-materi Matematika selanjutnya dan menyelesaikan masalah-masalah yang lebih kompleks (Rafianti *et al.*, 2020). Dengan kata lain, kemampuan pemahaman konsep matematis adalah kunci bagi peserta didik untuk belajar Matematika secara bermakna dan dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan, dalam Badan Standar Nasional Pendidikan tahun 2015 disebutkan terkait indikator pemahaman konsep yang terdiri dari 1) Menyatakan kembali konsep; 2) Mengklasifikasi objek-objek menurut sifat tertentu; 3) Memberikan contoh dan non contoh dari konsep; 4) Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis; 5) Mengembangkan syarat perlu dan syarat cukup suatu konsep; dan 6) Menggunakan, memanfaatkan dan memilih prosedur operasi tertentu.

Model *Problem-Based Learning* (PBL)

Model *Problem-Based Learning* (PBL) digunakan dalam proses pembelajaran karena memiliki keunggulan dalam membantu peserta didik memahami cara belajar secara mandiri. PBL sendiri merupakan model pembelajaran yang melibatkan peserta didik untuk menyelesaikan suatu persoalan atau permasalahan yang nyata (Ardianti *et al.*, 2021). berdasarkan hal tersebut, maka tujuan utama PBL adalah meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis untuk menyelesaikan suatu masalah (Angraini *et al.*, 2022). PBL secara efektif dalam mengaktifkan pengetahuan awal dan mendorong elaborasi, yang esensial dalam pembelajaran Matematika di sekolah dasar (Lestari *et al.*, 2024). Adapun karakteristik PBL (Barrow, 1996): 1) pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, di mana peserta didik menjadi fokus utama sebagai pembelajar; 2) masalah yang disajikan bersifat autentik dan menjadi inti dari proses pembelajaran; 3) informasi baru diperoleh melalui pembelajaran mandiri, di mana peserta

didik mencari informasi dari berbagai sumber, seperti buku atau referensi lain; 4) pembelajaran dilakukan dalam kelompok kecil; dan 5) guru berperan sebagai fasilitator yang mendampingi peserta didik.

PBL menekankan pada aktivitas peserta didik dalam memecahkan masalah, di mana hal ini akan memicu keterampilan berpikir peserta didik. PBL adalah pendekatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, di mana masalah autentik digunakan sebagai pemicu pembelajaran (Savery, 2015). Peserta didik bekerja dalam kelompok kecil untuk mencari solusi, dengan guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing proses belajar. Dapat disimpulkan bahwa PBL tidak hanya meningkatkan pemahaman akademik peserta didik tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan kemandirian dalam belajar. Model PBL memiliki keunggulan dalam melatih peserta didik berpikir kritis, aktif, dan mandiri dalam belajar (Masrinah et al., 2019, Wijanarko, 2022). PBL berpusat pada peserta didik dengan masalah autentik sebagai inti pembelajaran, serta menekankan kerja kelompok dan peran guru sebagai fasilitator yang kreatif dan inovatif (Fajriah et al., 2021). Dengan penerapan yang tepat, PBL dapat meningkatkan pemahaman akademik serta keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan kemandirian belajar.

Model *Brain-Based Learning* (BBL)

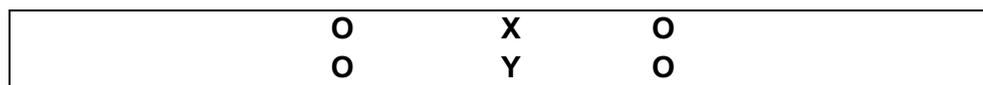
Brain-Based Learning (BBL) atau Pembelajaran Berbasis Otak (PBO) adalah pendekatan pembelajaran yang mengacu pada pemahaman tentang cara kerja otak manusia dalam memproses informasi. Pendekatan ini menekankan pentingnya menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan, menantang, dan relevan dengan pengalaman peserta didik agar proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan bermakna. Maka dari itu, BBL secara efektif dapat meningkatkan minat, pemahaman, dan keterampilan peserta didik terhadap suatu pembelajaran (Damayanti & Suryadi, 2024). Pendidikan mampu mewujudkan peran nyata peserta didik yang lebih dominan dalam pembelajaran dibandingkan dengan peran guru, yaitu dengan menjadikan pembelajaran terpusat pada kompetensi peserta didik (*student center*) (Rahadian, 2016; Rochmat et al., 2022). Kompetensi peserta didik yang perlu ditingkatkan tertuju pada keterampilan abad ke-21 yaitu kemampuan berpikir (Muhammad et al., 2021). Keterampilan abad ke-21 membantu peserta didik beradaptasi dengan berbagai bentuk perubahan yang mencakup: 1) *critical thinking and problem solving* (berpikir kritis dan pemecahan masalah); 2) *communication and collaboration* (komunikasi dan kolaborasi); 3) *creativity and innovation* (kreativitas dan inovasi) (Redhana, 2019). Dalam BBL, otak dianggap sebagai pusat pengolahan informasi, dan setiap aktivitas pembelajaran dirancang untuk menstimulasi bagian-bagian otak yang berbeda, seperti emosi, sosial, dan fisik, untuk mencapai hasil belajar yang optimal.

Model BBL dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran karena menciptakan situasi pembelajaran yang menyenangkan dan aktif. Adapun kelebihan dari Model BBL yakni di antaranya: 1) Membangun anak dalam kemampuan berpikir kritis; 2) Mengembangkan keterampilan berpikir anak dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi; 3) Mengembangkan potensi pada diri anak; 4) Menciptakan suasana belajar yang aman, dan menyenangkan untuk anak sehingga memberikan energi positif untuk anak; 5) Membangun motivasi belajar anak; 6) Pembelajaran yang menggunakan model ini dapat dipakai untuk berbagai macam cara belajar karena dengan cara melibatkan otak akan lebih baik; 7) Pembelajaran akan bersifat modern; dan 8) memperhatikan cara bekerjanya alamiah otak anak dalam penggunaan model BBL (Handayani, 2021). Di sisi lain, terdapat kekurangan dari model BBL, yaitu 1) Model BBL belum diketahui oleh banyak khalayak, sehingga belum banyak yang menerapkan model ini ke dalam pembelajaran di dalam kelas; 2) Model ini cenderung membutuhkan waktu yang lama dalam memahami cara berjalannya otak, sehingga diperlukannya pengetahuan khusus mengenai neurosains; dan 3) Diperlukan modal yang tidak sedikit dalam menggunakan model pembelajaran BBL (Al-Ayyubi et al., 2024).

Dalam penerapan suatu model ke dalam pembelajaran tentunya akan mengalami tantangan. Hal ini disampaikan oleh Jensen dalam buku "*Teaching with the Brain in Mind*" yang menyebutkan bahwa salah satu tantangan terbesar dalam penerapan BBL di kelas adalah ketersediaan sumber daya yang cukup untuk melatih guru serta menyediakan materi dan alat yang dibutuhkan untuk menciptakan pengalaman belajar yang sesuai dengan prinsip-prinsip otak. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Sousa dalam bukunya "*How the Brain Learns Mathematics*" bahwa pemahaman neurobiologi yang mendalam sangat penting bagi guru agar dapat mengoptimalkan penerapan BBL dalam pembelajaran Matematika. Tanpa pemahaman yang baik tentang bagaimana otak bekerja, pendidik mungkin akan kesulitan merancang pengalaman belajar yang tepat. Maka disimpulkan, meskipun BBL menawarkan banyak peluang untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, keberhasilan harus dipastikan dengan mempertimbangkan masalah pemahaman ilmiah, fasilitas, dan anggaran.

METHODS

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif dengan menerapkan metode quasi-experimental. Desain yang digunakan adalah *Nonequivalent Control Group Design*, yang terbagi menjadi dua kelompok yaitu kelas Eksperimen: Peserta dalam eksperimen ini adalah peserta didik yang diajarkan menggunakan metodologi *Problem-Based Learning* (PBL). Dalam strategi ini, peserta didik diberikan berbagai masalah yang memerlukan perhatian untuk meningkatkan tingkat partisipasi aktif mereka dalam proses pembelajaran. Sedangkan kelas kontrol, yaitu kelompok peserta didik yang diajarkan menggunakan metode *Brain-Based Learning* (BBL). Dalam metode ini, pembelajaran dirancang untuk sesuai dengan cara kerja alami otak, di mana peserta didik diberi kesempatan untuk menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya. Pendekatan ini mengaktifkan berbagai area otak yang relevan dengan pembelajaran, sehingga membantu peserta didik memahami konsep lebih dalam dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Melalui pendekatan yang melibatkan interaksi aktif, pengolahan informasi secara mendalam, serta pengalaman nyata, peserta didik dalam kelas kontrol mengalami peningkatan yang signifikan dalam kemampuan memecahkan masalah dan pemahaman materi dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan metode konvensional. Skema desain penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Skema desain
Sumber: Penelitian, 2024

Keterangan:

O = *Pre-test* (sebelum perlakuan) dan *Post-test* (setelah perlakuan)

X = Perlakuan pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL)

Y = Perlakuan pembelajaran *Brain-Based Learning* (BBL)

Populasi dalam penelitian ini adalah semua peserta didik kelas 6 di salah satu SD di Kota Bandung. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas yang dipilih dengan purposive sampling yaitu kelas eksperimen dengan 25 peserta didik dan kelas kontrol dengan 25 peserta didik. Untuk mengumpulkan data, digunakan beberapa teknik yaitu Tes awal (*pre-test*), Perlakuan (penerapan model PBL dalam beberapa pertemuan), dan Tes akhir (*post-test*). Analisis data dilakukan dengan teknik Uji Normalitas Uji-t Berpasangan (*Paired t-test*) untuk membandingkan hasil *pre-test* dan *post-test* dalam masing-masing kelompok, Uji-t Independen (*Independent t-test*) untuk membandingkan hasil antara kelompok eksperimen dan kontrol, serta N-Gain untuk mengevaluasi peningkatan pemahaman konsep matematis. *Field* dalam buku "*Discovering statistics using IBM SPSS statistics*" menjelaskan penting untuk pemeriksaan normalitas data sebelum menerapkan *paired t-test* dan *independent t-test* dalam penelitian kuantitatif. Dalam konteks ini, analisis *paired t-test* digunakan untuk menguji perubahan dalam hasil *pre-test* dan *post-test* dalam

kelompok eksperimen, sedangkan *independent t-test* berguna untuk membandingkan perbedaan antara kelompok eksperimen dan kontrol. Field juga menjelaskan bagaimana *N-Gain* bisa digunakan untuk mengukur seberapa besar peningkatan pemahaman konsep peserta didik setelah perlakuan.

RESULTS AND DISCUSSION

Perolehan Skor Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis (KPKM) Peserta Didik yang Belajar dengan PBL dan BBL

Gambaran perolehan skor KPKM peserta didik yang belajar dengan PBL dan BBL merupakan representasi hasil yang menggambarkan tingkat pemahaman konsep Matematika peserta didik setelah mereka mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model PBL dan BBL. Skor ini mencerminkan kemampuan peserta didik dalam memahami, menghubungkan, dan mengaplikasikan konsep-konsep Matematika secara mendalam, sesuai dengan karakteristik pembelajaran masing-masing model. PBL fokus pada pemecahan masalah praktis, sedangkan BBL mengoptimalkan cara otak peserta didik memproses dan mengingat informasi, sehingga kedua pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman Matematika peserta didik secara komprehensif.

Tabel 1. Output Statistik Deskriptif Belajar Dengan PBL dan BBL

Descriptives			Statistic	Std. Error
Posttest_pbl	Mean		78.21	3.034
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	71.93	
		Upper Bound	84.48	
	5% Trimmed Mean		78.59	
	Median		81.00	
	Variance		220.868	
	Std. Deviation		14.862	
	Minimum		50	
	Maximum		100	
	Range		50	
	Interquartile Range		23	
	Skewness		-.614	.472
	Kurtosis		-.868	.918
	Posttest_bbl	Mean		80.75
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	74.78	
		Upper Bound	86.72	
5% Trimmed Mean			81.25	
Median			82.00	
Variance			199.935	
Std. Deviation			14.140	
Minimum			53	
Maximum			100	
Range			47	
Interquartile Range			17	
Skewness			-.911	.472
Kurtosis			-.054	.918

Sumber: Penelitian, 2024

Berdasarkan analisis deskriptif terhadap skor peserta didik yang belajar dengan menggunakan model PBL dan BBL, diperoleh beberapa temuan yang penting untuk dipahami. Rata-rata skor peserta didik yang menggunakan BBL (80,75) lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata skor peserta didik yang

menggunakan PBL (78,21). Hal ini menunjukkan bahwa secara umum, peserta didik yang belajar dengan pendekatan BBL memiliki pemahaman konsep Matematika yang lebih baik daripada peserta didik yang menggunakan pendekatan PBL, meskipun perbedaan ini tidak terlalu besar. Simpangan baku (*standard deviation*) menunjukkan perbedaan dalam distribusi skor antara kedua kelompok. Skor simpangan baku pada kelompok PBL (14,862) lebih tinggi dibandingkan dengan BBL (14,140), yang mengindikasikan bahwa distribusi skor pada kelompok PBL lebih tersebar. Artinya, variasi atau perbedaan skor antar peserta didik pada kelompok PBL lebih besar, dengan beberapa peserta didik mendapatkan skor yang sangat tinggi atau sangat rendah, sementara pada kelompok BBL, skor peserta didik lebih terkonsentrasi atau lebih homogen. Kemiringan (*skewness*) pada kedua kelompok menunjukkan nilai negatif, yaitu pada PBL (-0,614) dan BBL (-0,911), yang mengindikasikan bahwa distribusi skor cenderung bergeser ke arah skor yang lebih tinggi. Dengan begitu, sebagian besar peserta didik dalam kedua kelompok memperoleh skor yang relatif tinggi, meskipun distribusinya tidak sepenuhnya simetris. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa baik PBL maupun BBL efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep Matematika, namun BBL cenderung lebih konsisten dalam memberikan hasil yang lebih merata di antara peserta didik.

Pengaruh PBL Terhadap Perolehan KPKM Peserta Didik

Tabel 2. Output Statistik Uji Paired Samples T-Test Peserta Didik yang belajar dengan PBL

Paired Samples Statistics										
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean					
Pair 1	PBL_pretest	31.04	25	6.509	1.302					
	PBL_posttest	78.52	25	14.632	2.926					

Paired Samples Correlations					
		N	Correlation	Significance	
				One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	PBL_pretest & PBL_posttest	25	.462	.010	.020

Paired Samples Test										
		Paired Differences						Significance		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	PBL_pretest - PBL_posttest	-47.480	12.978	2.596	-52.837	-42.123	-18.293	24	<.001	<.001

Paired Samples Effect Sizes						
		Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval		
				Lower	Upper	
Pair 1	PBL_pretest - PBL_posttest	Cohen's d	12.978	-3.659	-4.753	-2.553
		Hedges' correction	13.402	-3.543	-4.603	-2.472

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference.

Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

Sumber: Penelitian, 2024

Berdasarkan hasil uji paired *sample t-test* yang terdapat pada **Tabel 2**, terdapat hubungan positif yang signifikan antara skor *pre-test* dan *post-test* dengan nilai korelasi sebesar 0,462 ($p = 0,020$). Hal ini menunjukkan bahwa sekitar 21% variasi skor *post-test* dapat dijelaskan oleh skor *pre-test*. PBL memiliki pengaruh signifikan terhadap kemampuan pemahaman konsep Matematika peserta didik dengan tingkat signifikansi $p < 0,001$. Meskipun demikian, efek PBL pada Pemahaman Konsep Matematika peserta didik memiliki ukuran efek yang rendah, ditunjukkan oleh nilai Cohen's d sebesar -3,659, yang berada di bawah ambang batas efek rendah ($< 0,2$). Ini mengindikasikan bahwa meskipun PBL efektif, dampaknya terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konsep Matematika masih terbatas. Model PBL efektif

dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik (Paillin et al., 2024). PBL mendorong peserta didik untuk lebih aktif dan kritis dalam proses pembelajaran, yang berkontribusi pada pemahaman konsep yang lebih mendalam.

Pengaruh BBL terhadap perolehan KPKM Peserta Didik

Tabel 3. Uji Paired Sample T-Test Peserta Didik yang belajar dengan BBL

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	BBL_pretest	28.08	25	4.856	.971
	BBL_posttest	79.84	25	14.571	2.914

Paired Samples Correlations					
		N	Correlation	Significance	
				One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	BBL_pretest & BBL_posttest	25	.835	<.001	<.001

Paired Samples Test										
		Paired Differences						Significance		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	BBL_pretest - BBL_posttest	-51.760	10.852	2.170	-56.240	-47.280	-23.847	24	<.001	<.001

Paired Samples Effect Sizes						
		Cohen's d	Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
					Hedges' correction	
Pair 1	BBL_pretest - BBL_posttest		10.852	-4.769	-6.161	-3.368
			11.207	-4.619	-5.966	-3.262

a. The denominator used in estimating the effect sizes.
 Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference.
 Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

Sumber: Penelitian, 2024

Berdasarkan hasil uji paired *sample t-test* yang terlihat pada **Tabel 3**, terdapat korelasi yang sangat kuat antara skor *pre-test* dan *post-test*, dengan nilai korelasi sebesar 0,835 ($p < 0,001$). Hal ini menunjukkan bahwa skor *pre-test* memberikan kontribusi sebesar 69% terhadap variasi skor *post-test*. BBL secara signifikan memengaruhi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika peserta didik, dengan tingkat signifikansi $p < 0,001$. Namun, pengaruh BBL terhadap Pemahaman Konsep Matematika berada dalam kategori rendah, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai Cohen's d sebesar -4,769, yang berada di bawah ambang batas efek rendah ($< 0,2$). Meskipun BBL memberikan dampak terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konsep Matematika, efektivitasnya dalam menghasilkan perubahan yang besar masih terbatas.

Perbedaan Pengaruh PBL dan BBL Terhadap Perolehan KPKM Peserta Didik

Tabel 4. Statistik uji Independent Sample T-test Perolehan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
Posttest	Equal variances assumed	.068	.795	-.320	48	.375	.751	-1.320	4.130	-9.624	6.984
	Equal variances not assumed			-.320	47.999	.375	.751	-1.320	4.130	-9.624	6.984

Independent Samples Effect Sizes

		Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
Posttest	Cohen's d	14.601	-.090	-.645	.465
	Hedges' correction	14.835	-.089	-.634	.457
	Glass's delta	14.571	-.091	-.645	.465

- a. The denominator used in estimating the effect sizes.
Cohen's d uses the pooled standard deviation.
Hedges' correction uses the pooled standard deviation, plus a correction factor.
Glass's delta uses the sample standard deviation of the control group.

Sumber: Penelitian, 2024

Hasil uji *independent sample t-test* pada **Tabel 4** menunjukkan tidak ditemukannya perbedaan yang signifikan antara model PBL dan model BBL terhadap KPKM peserta didik, dengan nilai signifikansi $p = 0,751$. Ukuran efek dari perbandingan kedua model pembelajaran berada dalam kategori rendah, dengan nilai Cohen's d sebesar $-0,90 (< 0,2)$. Rendahnya Cohen's d tersebut mengindikasikan bahwa penerapan kedua model pembelajaran tersebut memberikan pengaruh yang relatif serupa terhadap KPKM peserta didik.

Kriteria Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik yang Belajar dengan Model PBL

Tabel 5. Output Statistic Deskriptif Peningkatan KPKM Peserta Didik yang belajar dengan Model PBL

model		Statistic	Std. Error	
NGain	pbl Mean	.6954	.04035	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.6121	
		Upper Bound	.7787	
	5% Trimmed Mean	.7029		
	Median	.7654		
	Variance	.041		
	Std. Deviation	.20173		
	Minimum	.25		
	Maximum	1.00		
	Range	.75		
	Interquartile Range	.30		
	Skewness	-.775	.464	
	Kurtosis	-.428	.902	

Sumber: Penelitian Tahun 2024

Berikut adalah deskripsi hasil temuan yaitu rata-rata peningkatan kemampuan peserta didik (N-Gain) pada model PBL adalah $0,6954$, yang tergolong dalam kategori sedang berdasarkan klasifikasi Melzer. Adapun kategorisasi klasifikasi melzer terbagi menjadi tiga, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Pada kategori tinggi, nilai N-Gain $> 0,70$, yang menunjukkan bahwa metode pembelajaran sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik. Kemudian pada kategori rendah nilai N-Gain $< 0,30$, yang menunjukkan bahwa

metode pembelajaran kurang efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik. Sedangkan untuk kategori sedang nilai N-Gain ada pada rentang 0,30 - 0,70. Kategori sedang ini menunjukkan bahwa metode pembelajaran cukup efektif, tetapi masih dapat lebih ditingkatkan.

Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model PBL memberikan dampak yang cukup efektif terhadap peningkatan kemampuan peserta didik. Distribusi skor peserta didik menunjukkan pola yang cenderung miring negatif, dengan nilai skewness sebesar -0,775. Ini mengindikasikan bahwa mayoritas peserta didik memiliki skor yang terkonsentrasi pada nilai yang relatif tinggi. Model PBL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills/HOTS) peserta didik (Sunarti et al., 2024). Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa peserta didik yang diajar dengan model PBL memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi yang lebih baik dibandingkan dengan peserta didik yang diajar dengan metode konvensional.

Perbedaan Pengaruh Implementasi PBL dan BBL Terhadap Perolehan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis.

Tabel 6. Output Statistis Uji Independent Sample T-Test Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik

Group Statistics				
model	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
NGain pbl	25	.6954	.20173	.04035
bbl	25	.7291	.18193	.03639

Independent Samples Test											
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Significance One-Sided p	Two-Sided p	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
NGain	Equal variances assumed	.413	.523	-.619	48	.269	.539	-.03366	.05433	-.14290	.07558
	Equal variances not assumed			-.619	47.497	.269	.539	-.03366	.05433	-.14293	.07561

Independent Samples Effect Sizes					
		Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
NGain	Cohen's d	.19209	-.175	-.730	.381
	Hedges' correction	.19515	-.172	-.718	.375
	Glass's delta	.18193	-.185	-.740	.374

a. The denominator used in estimating the effect sizes.
 Cohen's d uses the pooled standard deviation.
 Hedges' correction uses the pooled standard deviation, plus a correction factor.
 Glass's delta uses the sample standard deviation of the control group.

Sumber : Penelitian Tahun 2024

Hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam peningkatan KPKM antara peserta didik yang belajar menggunakan model PBL dan model BBL, dengan nilai signifikansi $p = 0,539$. Ukuran efek perbedaan kedua model pembelajaran berada dalam kategori rendah, dengan nilai Cohen's d sebesar -0,175 ($< 0,2$). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan pengaruh antara PBL dan BBL terhadap peningkatan KPKM peserta didik sangat kecil dan kurang bermakna secara praktis.

Discussion

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Brain-Based Learning* (BBL) memiliki skor rata-rata *post-test* yang lebih tinggi dibandingkan model *Problem-Based Learning* (PBL), yang secara deskriptif

mengindikasikan keunggulan BBL dalam meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis (KPKM) peserta didik SD. Namun, hasil uji *Independent Sample T-Test* menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,751 ($> 0,05$) yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kedua model. Nilai *effect size* sebesar -0,90 termasuk dalam kategori rendah, menunjukkan bahwa meskipun ada perbedaan rata-rata, pengaruh kedua model terhadap peningkatan KPKM masih lemah secara statistik.

BBL berfokus pada prinsip cara kerja otak dalam memproses suatu materi. Hal ini dijelaskan oleh Caine dan Caine dalam bukunya "*Making connections: Teaching and the human brain*" bahwa Model BBL berlandaskan pada prinsip bahwa pembelajaran yang efektif melibatkan keseluruhan otak, menggabungkan aspek kognitif, emosional, dan sosial secara terpadu. Jensen dalam buku "*Brain-based Learning: The New Paradigm of Teaching*" turut menjelaskan bahwa BBL dirancang untuk menciptakan lingkungan belajar yang aman, menantang, dan bermakna, yang memicu aktivasi jalur neurologis penting dalam proses pembelajaran. Hal ini selaras dengan Teori Otak Triune dari MacLean, yang disampaikan oleh Sousa dalam buku "*How the Brain Learns Mathematics*" bahwa emosi dan rasa aman merupakan prasyarat dasar untuk aktivasi korteks dalam berpikir logis dan konseptual. Maka dari itu, BBL menjadi salah satu model yang unggul guna meningkatkan KPKM.

Hasil penelitian menunjukkan BBL efektif sebagai salah satu model yang mampu membantu peserta didik dalam meningkatkan kemampuan berpikir matematis karena sifatnya yang berfokus pada penyesuaian dengan cara kerja otak. BBL mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis secara signifikan pada kategori tinggi (Subekti & Halimah, 2017). Dalam hal ini, BBL secara positif meningkatkan literasi matematis peserta didik melalui aktivasi pengalaman nyata dan visualisasi matematis (Rosalina et al., 2019).

Sementara itu, model PBL berakar kuat pada teori pembelajaran sosial-konstruktivis dari Vygotsky dalam buku "*Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*", khususnya dalam konsep *Zone of Proximal Development* (ZPD). Menurut teori ini, peserta didik akan belajar lebih efektif saat dibimbing menyelesaikan tugas yang sedikit lebih sulit daripada yang dapat mereka lakukan sendiri, dengan bantuan guru atau teman sebaya. PBL memfasilitasi kondisi tersebut melalui kerja kelompok, diskusi, dan penyelidikan mandiri, sehingga mendorong peserta didik mencapai potensi belajarnya secara optimal.

Dalam penelitian ini, meskipun PBL tidak menghasilkan skor *post-test* setinggi BBL, simpangan baku pada kelompok PBL lebih kecil, yang mengindikasikan pemerataan hasil belajar di berbagai level kemampuan peserta didik. Hal ini memperkuat bahwa PBL efektif dalam menjangkau peserta didik dengan kemampuan awal yang bervariasi (Sari et al., 2021). Bruner dalam buku "*Toward a theory of instruction*" juga menjelaskan bahwa pembelajaran yang efektif harus melibatkan representasi belajar enaktif (berbasis tindakan), ikonik (berbasis gambar), dan simbolik (berbasis bahasa/Matematika). PBL lebih menonjol dalam aspek simbolik dan metakognitif, karena melatih peserta didik merumuskan solusi dan merefleksi proses berpikirnya.

PBL menekankan proses dalam menghadapi suatu permasalahan dan upaya penyelesaiannya bagi peserta didik. Hal tersebut tentunya akan memicu keterampilan berpikir kritis peserta didik secara sistematis dan terstruktur. PBL berbantuan media manipulatif dapat meningkatkan pemahaman konsep geometris secara signifikan (Martiasari & Kelana, 2022). Efektivitas BBL dan PBL sangat bergantung pada faktor kreativitas peserta didik, di mana peserta didik dengan kreativitas tinggi menunjukkan capaian lebih baik saat menggunakan BBL, namun PBL tetap efektif bagi peserta didik yang memiliki kemampuan kolaborasi dan regulasi diri yang baik (Adiansha et al., 2021).

Teori Pemrosesan Informasi menjelaskan bahwa proses belajar melibatkan tiga tahapan utama, yaitu *input* (stimulus), *proses internalisasi* (pengolahan memori), dan *output* (respons belajar). Model BBL berkontribusi dalam memperkuat memori jangka panjang melalui teknik elaborasi dan pengulangan yang

terstruktur, sebagaimana dijelaskan oleh Gagné dalam buku "The Conditions of Learning and Theory of Instruction". Sementara itu, Slavin dalam buku "Educational Psychology: Theory and Practice" menekankan bahwa model PBL cenderung fokus pelatihan pengelolaan informasi melalui aktivitas pencarian mandiri, pengorganisasian informasi, serta sintesis konsep baru. Kedua model ini mendukung efisiensi sistem kerja memori dan membentuk pemahaman konseptual yang lebih dalam melalui strategi pembelajaran aktif dan kontekstual.

Berdasarkan uraian tersebut meskipun secara statistik penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan signifikan antara BBL dan PBL, temuan ini menegaskan bahwa keberhasilan pembelajaran tidak hanya bergantung pada model yang digunakan, melainkan juga pada interaksi antara model, karakteristik peserta didik, keterampilan guru, dan dukungan lingkungan belajar. Baik BBL maupun PBL memiliki potensi kuat untuk meningkatkan KPKM jika diterapkan dengan strategi dan pendekatan yang tepat sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan konteks pembelajaran.

Hasil ini memiliki implikasi penting dalam praktik pembelajaran di sekolah dasar. Pertama, guru perlu menyadari bahwa tidak ada satu model pembelajaran yang secara mutlak unggul, melainkan harus disesuaikan dengan profil peserta didik, tujuan pembelajaran, dan konteks kelas. Karena sifatnya yang didasarkan pada kinerja otak (Nahdi, 2015), model BBL akan lebih tepat diterapkan pada peserta didik yang membutuhkan stimulasi emosional, visual, dan multisensorik. Sedangkan PBL efektif untuk melatih peserta didik yang memiliki kapasitas eksplorasi dan kolaborasi yang baik. Hal tersebut karena PBL karena menekankan pada kolaborasi dan penerapan pengetahuan dalam penyelesaian masalah (Ndraha et al., 2024).

Kedua, hasil ini menegaskan pentingnya peran guru sebagai fasilitator yang mampu menciptakan lingkungan belajar yang adaptif. Efektivitas BBL dan PBL sangat dipengaruhi oleh bagaimana guru menyusun kegiatan pembelajaran, memberikan *scaffolding*, serta menyesuaikan pendekatan dengan kondisi sosial-emosional peserta didik. Karena pada dasarnya guru berperan sebagai fasilitator yang menyajikan seluruh kebutuhan (fasilitas) pembelajaran yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran (Yuniar et al, 2022). Ketiga, sekolah dan lembaga pendidikan perlu memberikan pelatihan kepada guru dalam strategi pedagogik diferensiatif, penggunaan media manipulatif, serta pengelolaan kelas aktif agar implementasi model BBL dan PBL dapat dilakukan secara optimal. Pelatihan bagi guru diperlukan untuk membantu guru untuk dapat menerapkan model-model pembelajaran agar lebih efektif di kelas dan praktik pembelajaran sehari-hari (Lestari & Kurnia, 2023). Dengan tiga poin implikasi penting tersebut, penerapan PBL dan BBL di praktik pembelajaran SD guna meningkatkan KPKM bagi peserta didik akan berlangsung dengan baik (efektif).

CONCLUSION

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di kelas enam di salah satu sekolah dasar negeri di Bandung dengan fokus pada materi Pecahan, ditemukan bahwa rata-rata pemahaman konsep matematis peserta didik menunjukkan variasi dalam distribusi nilainya. Peserta didik yang mengikuti pendekatan *Problem-Based Learning* (PBL) memiliki variasi skor yang lebih besar dibandingkan dengan peserta didik yang belajar melalui *Brain-Based Learning* (BBL). Terdapat pola distribusi skor negatif untuk kedua metode pembelajaran, yang menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik mendapatkan nilai tinggi.

Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa peningkatan pemahaman konsep matematis peserta didik, menurut kriteria Hake, termasuk dalam kategori rendah untuk kedua metode pembelajaran. Namun, baik PBL maupun BBL memberikan dampak signifikan terhadap pemahaman matematis peserta didik pada materi Pecahan. Meski demikian, ketika kedua pendekatan ini dibandingkan, tidak ditemukan perbedaan yang berarti dalam hasil atau peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik, baik untuk materi Pecahan maupun materi Kecepatan. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas kedua

metode pembelajaran tersebut hampir sama dalam meningkatkan pemahaman konsep matematis peserta didik.

Berdasarkan temuan dari penelitian ini, beberapa saran yang direkomendasikan adalah sebagai berikut: Penerapan PB) dan BBL dapat dijadikan pilihan untuk meningkatkan pemahaman konsep matematis peserta didik. Pemilihan Konten Matematika Saat mengimplementasikan PBL dan BBL, penting untuk menyesuaikan materi ajar dengan karakteristik masing-masing pendekatan. Untuk PBL, disarankan agar menggunakan materi yang berbasis pada masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Pemilihan bahan ajar yang tepat dapat meningkatkan makna dari proses pembelajaran. Penelitian Selanjutnya Mengingat tidak adanya perbedaan berarti antara PBL dan BBL dalam meningkatkan pemahaman konsep matematis, penelitian mendatang bisa menyelidiki kedua model ini dalam aspek matematis lain, seperti kemampuan memecahkan masalah, representasi matematis, atau hal-hal lain yang relevan. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang bisa menjadi peluang untuk eksplorasi lebih dalam. Pengembangan penelitian sejenis akan membantu memperluas pemahaman mengenai efektivitas PBL dan BBL dalam berbagai aspek pembelajaran Matematika.

AUTHOR'S NOTE

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait publikasi artikel ini. Penulis menegaskan bahwa data dan isi artikel bebas dari plagiarisme.

REFERENCES

- Adiansha, A. A., Sani, K., & Suryani. (2021). Pengaruh model brain based learning dan problem based learning terhadap keterampilan berpikir kompleks matematis ditinjau dari kreativitas siswa sekolah dasar di Kabupaten Bima. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 11(1), 36-39.
- Al-Ayyubi, I. I., Islamiah, D., Fitriyah, D., Agustin, M. A., & Rahma, A. (2024). Penerapan model brain based learning dalam pembelajaran pendidikan agama islam. *Ngaos: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 2(2), 68-79.
- Amarullah, K., Perangin-angin, R. B. B., & Yus, A. (2025). The influence of PBL, PjBL, and critical thinking ability on learning outcomes. *Inovasi Kurikulum*, 22(2), 801-812.
- Anggraini, N. W. Y., Ristiati, N. P., & Devi, N. L. P. L. (2020). Pengaruh model pembelajaran Brain Based Learning (BBL) dan model pembelajaran langsung terhadap pemahaman konsep siswa SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 3(1), 71-82.
- Angraini, L., Fitri, R., & Darussyamsu, R. (2022). Model pembelajaran problem based learning untuk meningkatkan hasil belajar Biologi peserta didik: Literature review. *Bio-Pedagogi: Jurnal Pembelajaran Biologi*, 11(1), 42-49.
- Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). Problem-based learning: Apa dan bagaimana. *Diffraction: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(1), 27-35.
- Asih, E. S. B., Sutiarmo, S., & Wijaya, A. P. (2019). Pengaruh model problem based learning terhadap pemahaman konsep matematis siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Unila*, 7(2), 146-157.
- Barrow, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 68(1), 3-12.
- Damayanti, S., & Suryadi, K. (2024). Konstruksi pembelajaran pendidikan Pancasila berbasis pendekatan brain-based learning dalam mewujudkan iklim belajar yang menyenangkan. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(1), 693-706.
- Fajriah, N. D., Mulyadi, D., & Hadiapurwa, A. (2021). An effective learning model when SBTJJ is implemented in a pandemic period for junior high school students. *Mimbar Pendidikan*, 6(1), 24-37.
- Handayani, Y. (2021). The effect of brain-based learning model on student physics learning outcomes. *Physics Education Journal*, 4(2), 110-117.

- Lestari, D. I., & Kurnia, H. (2023). Implementasi model pembelajaran inovatif untuk meningkatkan kompetensi profesional guru di era digital. *JPG: Jurnal Pendidikan Guru*, 4(3), 205-222.
- Lestari, R., Darmo, & Nur, A. S. (2024). Meningkatkan hasil belajar peserta didik melalui model PBL berbantuan liveworksheet pada materi matriks. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 1674-1685.
- Martiasari, A., & Kelana, J. B. (2022). Peningkatan pemahaman konsep Matematika menggunakan model pembelajaran problem based learning berbantuan media manipulatif untuk siswa sekolah dasar. *Jurnal Profesi Pendidikan*, 1(1), 1-10.
- Mareti, J. W., & Hadiyanti, A. H. D. (2021). Model problem based learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar IPA siswa. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 4(1), 31-41.
- Masrinah, E. N., Aripin, I., & Gaffar, A. A. (2019). Problem Based Learning (PBL) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 1(1), 924-932.
- Muhammad, N. I., Amran, M., & Satriani, D. H. (2021). Hubungan antara efikasi diri dengan kemampuan berpikir kritis IPA peserta didik. *Jurnal Pendidikan Dasar dan Menengah (Dikdasmen)*, 1(1), 11-20.
- Nahdi, D. S. (2015). Meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan penalaran matematis siswa melalui model brain based learning. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 1(1), 13-22.
- Ndraha, E. D., Kamal, I., & Octariani, D. (2024). Peningkatan keterampilan berpikir komputasional melalui penerapan pembelajaran berdiferensiasi dengan model problem based learning. *Education Journal: Journal Educational Research and Development*, 8(2), 345-360.
- Paillin, B., Prastiti, T. D., & Ramdhani, S. (2024). Pengembangan keterampilan berpikir kritis dan solusi masalah Matematika melalui problem based learning. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 1225 - 1242.
- Rafianti, I., Iskandar, K., & Haniyah, L. (2020). Pembelajaran Search, Solve, Create and Share (SSCS) untuk meningkatkan pemahaman konsep dan disposisi matematis siswa. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 4(1), 97-110.
- Rahadian, D. (2016). Pergeseran paradigma pembelajaran pada pendidikan tinggi. *Petik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2(1), 1-7.
- Redhana, I.W. (2019). Mengembangkan keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1). 2239-2253.
- Rochmat, C. S., Maulaya, R. D., & Avilya, A. (2022). The concept and role of the student centered learning model in adolescent akhlaq education. *At-Ta'dib*, 17(2), 232-253.
- Rosalina, F. A., Fitriani, A. D., & Mulyasari, E. (2019). Penerapan brain based learning dalam peningkatan literasi matematis kelas V SD. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 4(2), 112-120.
- Sari, Y. K., Juandi, D., Tamur, M., & Adem, A. M. G. (2021). Meta-analysis: Mengevaluasi efektivitas problem based learning pada kemampuan pemahaman matematis siswa. *Journal of Honai Math*, 4(1), 1-18.
- Savery, J. R. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 13(2), 5-15.
- Subekti, S., & Halimah, L. (2017). Pengaruh model pembelajaran brain based learning terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa sekolah dasar. *Antologi UPI*, 5(1), 187-191.
- Sunarti, T., Satriawan, M., Prahani, B. K., & Rizki, I. A. (2024). Integrating digital books, 3d animations, and online problem-based learning to improve pre-service teachers' scientific literacy in general physics course. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 14(2), 169-183.
- Suryapuspartini, B. K., Wardono, W., & Kartono, K. (2018). Analisis soal-soal Matematika tipe Higher Order Thinking Skill (HOTS) pada kurikulum 2013 untuk mendukung kemampuan literasi siswa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika (PRISMA)*, 1, 876-884.
- Wijanarko, T. (2022). Penggunaan model pembelajaran problem based learning untuk meningkatkan kemandirian belajar peserta didik kelas V. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2), 527-540.
- Yuniar, R., Nurhasanah, A., Hakim, Z. R., & Yandari, I. A. V. (2022). Peran guru dalam pelaksanaan model PBL (Problem Based Learning) sebagai penguatan keterampilan berpikir kritis. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2), 1134-1150.