

PENGARUH MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA SMP PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM

Rinilva Malisan¹⁾, Shelly Efwinda^{*2)}, Muliati Syam³⁾

^{1,2,3)} Prodi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Mulawarman, Kalimantan Timur, Indonesia.

^{*}Penulis korespondensi

e-mail: rinilvamalisan07@gmail.com¹⁾, shelly.efwinda@fkip.unmul.ac.id^{*2)}, muliati.syam@fkip.unmul.ac.id³⁾

Article history:

Submitted: Oct. 17th, 2024; Revised: Nov. 15th, 2024; Accepted: Dec 17th, 2025; Published: July 18th, 2025

ABSTRAK

Masalah global seperti perubahan iklim menuntut setiap generasi untuk memiliki kemampuan berpikir kreatif dalam memecahkan permasalahan yang ada. Pendidikan dengan penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berpotensi sebagai alternatif pembelajaran yang untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh Model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa SMPN 2 Tenggarong pada materi perubahan iklim. Penelitian ini menerapkan *pre experimental design* dengan *one group pretest design*. Sampel penelitian yaitu 30 siswa kelas VII A. Pengumpulan data menggunakan teknik tes dengan 10 soal essay kemampuan berpikir kreatif. Adapun indikator soal terdiri dari *fluency*, *fleksibility*, *originality*, dan *elaboration*. Teknik analisis data menggunakan Uji *N-Gain* dan *Wilcoxon*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan berpikir kreatif pada materi perubahan iklim dengan *N-Gain* sebesar 0,6 dalam kategori sedang. Hasil Uji *Wilcoxon* juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada keterampilan berpikir siswa sebelum dan sesudah diterapkan model PBL. Temuan empiris penelitian ini menunjukkan bahwa model PBL memberi pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa kelas VII A SMPN 2 Tenggarong. Berdasarkan hasil ini, penerapan PBL dapat menjadi alternatif model pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Kata Kunci: *Problem based learning*; berpikir kreatif; perubahan iklim

PENDAHULUAN

Dalam penyelesaian permasalahan sehari-hari saat ini dengan sejumlah permasalahan global yang kompleks, dibutuhkan kemampuan yang bisa menjawab tuntutan perkembangan zaman (Septikasari and Frasandy, 2018), salah satunya adalah keterampilan berpikir kreatif (Asmara *et al.*, 2023; Gu *et al.*, 2019; Hartini *et al.*, 2014; Wenno *et al.*, 2021). Dalam menciptakan solusi atau produk yang orisinal namun kaya dengan inovasi dibutuhkan kemampuan berpikir kreatif (Febrianti *et al.*, 2016). Siswa dituntut memiliki keterampilan berpikir

kreatif guna menyiapkan diri menghadapi tuntutan perkembangan zaman.

Saat ini isu perubahan iklim menjadi tantangan terbesar yang ada di seluruh dunia (Leuzinger *et al.*, 2019; Mazzalai *et al.*, 2022; Smith *et al.*, 2019). Perubahan iklim berkaitan erat dengan pemanasan global, yaitu terjadi peningkatan rata-rata suhu permukaan bumi (Dewi and Khoirunisa, 2018; Rushton *et al.*, 2023). Akibatnya, muncul berbagai permasalahan yang merugikan manusia dan merusak ekosistem. Oleh karena itu, siswa perlu dibekali ilmu pengetahuan dan kemampuan berpikir kreatif agar tanggap menghadapi tantangan perubahan iklim yang semakin besar di masa mendatang.

Kemampuan berpikir kreatif dapat mendorong tumbuhnya rasa ingin tahu terhadap cara-cara baru sehingga dapat menjembatani individu untuk menciptakan atau menghasilkan karya yang kreatif dan inovatif. Kreativitas tidak hanya berlaku bagi siswa namun juga kreativitas diperlukan oleh tenaga pendidik dalam memilih baik metode, pendekatan maupun sarana prasarana yang tepat dalam menyajikan materi pembelajaran.

Pembelajaran yang berpusat kepada siswa, aktif, dan kolaboratif merupakan salah satu karakteristik Model *Problem based Learning (PBL)* (Hernández-Ramos *et al.*, 2021). Melalui karakteristik tersebut memfasilitasi siswa untuk belajar memahami masalah dunia nyata yang semakin kompleks, mengeksplorasi hingga menentukan solusi terbaik atas permasalahan yang ada (Sofyan *et al.*, 2016). Keterampilan berpikir tingkat tinggi telah terbukti dapat ditingkatkan melalui penerapan Model *PBL* (Syam and Efwinda, 2019) dan penguasaan konsep siswa (Efwinda and Sopandi, 2016). Kelebihan yang ditawarkan model *PBL* yakni media dan teknik pengajarannya cukup baik untuk memahami isi pelajaran, memberikan kemampuan dan kepuasan kepada siswa dalam menambah wawasan atau perspektif yang baru, aktivitas belajar siswa menjadi semakin meningkat, dan memfasilitasi individu memperoleh wawasan baru dan bertanggung jawab dalam pembelajarannya (Rauf *et al.*, 2022). Selain itu, penelitian yang dilakukan Fauzan (2017) menyatakan motivasi belajar siswa dapat ditingkatkan khususnya pada materi perubahan iklim setelah diterapkan model *PBL*.

Siswa SMP Negeri 2 Tenggarong belum mempunyai kemampuan berpikir kreatif yang baik dalam memahami pelajaran IPA berdasarkan hasil observasi awal. Oleh karena itu penelitian “Pengaruh model *problem based learning (PBL)* terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Negeri 2 Tenggarong Pada Materi Perubahan Iklim”. Pemilihan Materi Perubahan Iklim karena Pendidikan perubahan iklim termasuk pemanasan global merupakan hal yang penting diberikan kepada siswa sebagai generasi penerus masa depan yang dapat menjaga kelangsungan bumi (Damayanti *et al.*, 2023; Efwinda *et al.*, 2022; Hakim *et al.*, 2023).

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan *pre experimental design* dalam bentuk “*One Group Pretest Posttest Design*” Desain penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain *One Group Pretest Posttest*.

O ₁	X	O ₂
Pretest	Perlakuan	Posttest

- O₁ = Hasil pretest kelas eksperimen
- X = Perlakuan (model problem based learning)
- O₂ = Hasil posttest kelas eksperimen

Lokasi penelitian yaitu di SMP Negeri 2 Tenggarong yang terdiri dari 788 siswa. *Purposive sampling* menggunakan teknik pengambilan sampel yang digunakan. Sampel terdiri dari 30 siswa kelas VII A SMP Negeri 2 Tenggarong. Teknik tes merupakan teknik pengumpulan data kemampuan berpikir kreatif yang digunakan dalam penelitian ini. Soal tes

kemampuan berpikir kreatif terdiri dari 10 soal essay dengan indikator berpikir kreatif Tabel 2. Indikator Berpikir Kreatif.

seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

No.	Level Kognitif	Indikator Bepikir Kreatif	Indikator Pembelajaran	Skor
1.	C4 Faktual	Kelancaran <i>Fluency</i>	Peserta didik dapat menguraikan dampak pemanasan global bagi ekosistem.	4
2.	C4 Faktual	Kelancaran <i>Fluency</i>	Peserta didik dapat mengidentifikasi perubahan iklim dari alam dan manusia serta fakta-fakta perubahan iklim.	4
3.	C4 Faktual	Kelancaran <i>Fluency</i>	Peserta didik dapat menguraikan perubahan iklim dari alam dan manusia serta fakta-fakta perubahan iklim.	4
4.	C4 Faktual	Luwes <i>Fleksibel</i>	Peserta didik dapat menganalisis upaya-upaya mengurangi perubahan iklim dengan cara mengamati gambar terkait dampak yang ditimbulkan bagi kehidupan masyarakat.	4
5.	C4 Faktual	Luwes <i>Fleksibel</i>	Peserta didik dapat mengidentifikasi dampak perubahan iklim bagi ekosistem.	4
6.	C4 Faktual	Orisinal <i>Originality</i>	Peserta didik dapat menganalisis dampak-dampak perubahan iklim bagi ekosistem dan kehidupan masyarakat.	4
7.	C4 Faktual	Orisinal <i>Originality</i>	Peserta didik dapat mengidentifikasi upaya-upaya yang dapat mengurangi perubahan iklim bagi kehidupan masyarakat.	4
8.	C4 Faktual	Elaborasi <i>Elaboration</i>	Peserta didik dapat menguraikan perubahan iklim dari alam dan manusia serta fakta-fakta perubahan iklim.	4
9.	C4 Faktual	Elaborasi <i>Elaboration</i>	Peserta didik dapat menganalisis dampak-dampak perubahan iklim bagi ekosistem dengan cara mengamati gambar tentang dampak perubahan iklim bagi kehidupan masyarakat.	4
10.	C4 Faktual	Elaborasi <i>Elaboration</i>	Peserta didik dapat mengidentifikasi upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi perubahan iklim dengan mengamati gambar terkait dampak perubahan iklim bagi kehidupan masyarakat.	4

Pretest menjadi langkah awal kegiatan implementasi penelitian, pre-test dilakukan untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif awal siswa sebelum diterapkan model PBL. Langkah selanjutnya adalah siswa diberi perlakuan dengan menerapkan model PBL pada pelajaran fisika khususnya materi perubahan iklim. Pada akhir pertemuan,

akan dilakukan *posttest*. Hasil *posttest* dan hasil *pretest* akan diolah dan dianalisis untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kreatif (Sugiyono, 2019). Peningkatan kemampuan berpikir kreatif akan dianalisis menggunakan uji *Normalized gain* atau *N-gain* (Hake, 1999). Adapun kriteria Uji *N-Gain* ditunjukkan pada Tabel. 3.

Tabel 3. Kriteria *N-Gain*

No	Nilai	Kriteria
1.	$g \geq 0.7$	Tinggi
2.	$0.3 \leq g < 0.7$	Sedang
3.	$g < 0.3$	Rendah

Berikut ini merupakan rumus perhitungan skor *N-Gain*:

$$(g) = \frac{(sf) - (si)}{100 - (si)} \times 100\%$$

Keterangan :

(g) = *Normalized gain (N-Gain)*

(Sf) = *Skor posttest*

(Si) = *Skor pretest*

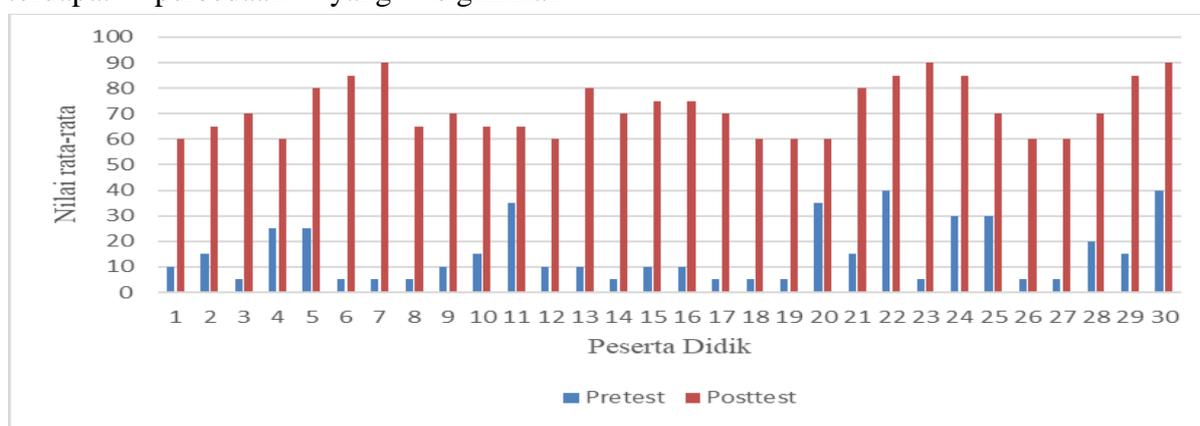
Selanjutnya, sebaran data dianalisis dengan mengolah data kemampuan berpikir kreatif melalui uji normalitas. Uji normalitas digunakan untuk menguji apakah data terdistribusi secara normal atau tidak. Jika data tidak terdistribusi normal, uji *Wilcoxon* digunakan untuk menganalisis apakah terdapat atau tidak terdapat perbedaan yang signifikan

kemampuan berpikir kreatif siswa sebelum dan setelah diterapkan Model PBL. Keadaan-keadaan yang menjadi dasar dalam mengambil Keputusan berdasarkan Uji *Wilcoxon* adalah sebagai berikut:

- a. Jika nilai probabilitas *Asym.sig 2 failed* < 0.05 , menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kreatif siswa sebelum dan setelah penerapan Model PBL.
- b. Jika nilai probabilitas *Asym.sig 2 failed* > 0.05 , menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kreatif siswa sebelum dan setelah penerapan Model PBL.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai kemampuan berpikir kreatif siswa hasil *pretest* dan *posttest* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil *Pretest* dan *Posttest* Kemampuan Berpikir Kreatif Kelas VII A.

Gambar 1. menunjukkan skor *pretest* masing-masing siswa kelas VII A, dimana skor minimum diperoleh siswa dengan nilai 5 dan skor maksimum dengan nilai 40. Berdasarkan perolehan skor *pretest* yang telah dikerjakan oleh siswa kelas VII A sebelum melakukan proses pembelajaran dengan Model PBL dikelas,

nilai rata-rata siswa adalah sebesar 15,17. Pada hasil *posttest*, nilai kemampuan berpikir kreatif siswa paling rendah yaitu dengan nilai 55, nilai maksimum dengan nilai 90, dan nilai rata-rata sebesar 72.

Normalize gain (N-Gain) digunakan sebagai gambaran apakah terdapat peningkatan atau ketuntasan antara skor *pretest* dan *posttest* pada hasil ujian siswa

tersebut. Pada Tabel 4 menunjukkan hasil analisis terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa berdasarkan analisis perolehan *N-Gain*.

Tabel 4. Perolehan Nilai *N-Gain*.

Kelas	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	<i>N-Gain</i>	Kriteria
Eksperi men	15.17	72.00	0.6	Sedang

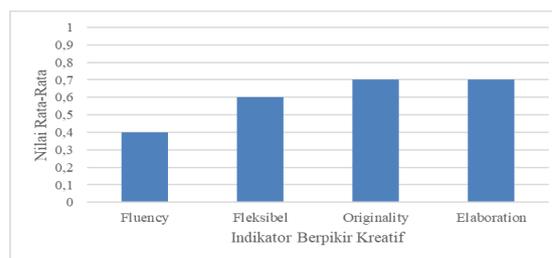
Berdasarkan Tabel 4. di atas perolehan *N-Gain* pada kelas eksperimen termasuk dalam kategori sedang. Dari temuan ini dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan dari hasil jawaban siswa pada saat mengerjakan soal pretest dan posttest. Keadaan pada saat dilakukan pretest banyak siswa cenderung memberikan jawaban yang singkat tanpa disertai alasan yang jelas dari soal yang diberikan.

Selanjutnya, untuk dapat mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kreatif melalui *pretest* dan *posttest*, dapat diketahui melalui perolehan nilai *N-Gain* berdasarkan kriteria pada Tabel 5.

Tabel 5. Persentase Siswa Pada Setiap Kriteria Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif.

Interval Koefisien	Krite-ria	Persen-tase	Frekuensi
$N\text{-gain} \leq 0.3$	Rendah	0 %	0
$0.3 \leq N\text{-gain} < 0.7$	Sedang	60%	18
$N\text{-gain} \geq 0.7$	Tinggi	40%	12

Hasil uji *N-Gain* pada Tabel 5. menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa, mayoritas berada pada kategori sedang. Hasil analisis *N-Gain* pada setiap indikator berpikir kreatif siswa disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Rata-Rata *N-Gain* Indikator Berpikir Kreatif Siswa

Gambar 2. menunjukkan bahwa indikator *fluency* merupakan indikator dengan *N-Gain* paling kecil yaitu 0,4. Berada pada kategori sedang. Pada indikator *fleksibel N-Gain* sebesar 0.6 dan berdasarkan kriteria kemampuan berpikir kreatif indikator *fleksibel* terdapat pada kategori sedang. Pada indikator *originality* dan *elaboration N-Gain* sebesar 0.7 dan berdasarkan kriteria kemampuan berpikir kreatif indikator tersebut terdapat pada kriteria tinggi.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif berhasil ditingkatkan dengan menerapkan Model *PBL*. Proses pembelajaran yang mensyaratkan keaktifan siswa untuk mengeksplorasi dan menentukan solusi hingga memecahkan masalah menjadi salah satu keunggulan model *PBL* dalam pengembangan kemampuan berpikir kreatif. Meilasari *et al.* (2020) menyatakan bahwa karakteristik pembelajaran dengan Model *PBL* yaitu kegiatan pembelajaran yang berpusat pada siswa untuk pemecahan masalah dunia nyata.

Pada pertemuan pertama ini guru menampilkan sebuah gambar tentang penyebab dari perubahan iklim, kemudian siswa mengamati gambar tersebut. Setelah siswa mengamati gambar tersebut guru memberikan pertanyaan tentang apa itu perubahan iklim dan penyebab dari perubahan iklim tersebut. Pada pertemuan

kedua siswa melakukan percobaan tentang efek rumah kaca. Sebelum siswa diarahkan untuk melakukan percobaan, terlebih dahulu guru menampilkan tayangan video tentang dampak pemanasan global. Siswa mengamati video yang ditayangkan oleh guru dan kemudian guru memberikan pertanyaan-pertanyaan pemantik berdasarkan atau berhubungan dengan tayangan video yang ditampilkan. Dokumentasi percobaan yang dilakukan siswa sebagai rangkaian kegiatan Model PBL, disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Dokumentasi aktivitas siswa melakukan percobaan tentang efek rumah kaca

Melalui PBL, proses pembelajaran memfasilitasi siswa lebih aktif dan dilatih untuk dapat memecahkan masalah yang ada. Pada indikator *fluency* yaitu siswa dapat melatih kemampuan berpikir kreatif dengan menuangkan banyak ide yang tak terbatas. Misalnya pada kegiatan siswa kelas VII A, dimana siswa diminta untuk mengerjakan soal evaluasi dimasing masing pertemuan yang bersifat individu, dimana dengan diberikan soal evaluasi tersebut dapat melatih kemampuan berpikir kreatif siswa. Pada indikator *fleksibel* yaitu siswa dapat menuangkan ide-ide terpadu dengan arah pemikiran yang berbeda-beda. Misalnya pada kegiatan pembelajaran siswa mengerjakan soal LKPD secara berkelompok. Dari kegiatan tersebut dapat melatih kemampuan berpikir siswa dengan

jawaban yang diberikan berdasarkan hasil diskusi mereka lakukan.

Pada indikator *Originality* yaitu siswa dapat menuangkan ide berbeda dari yang lain atau jawaban yang diberikan asli dari pemikiran mereka itu sendiri. Misal pada kegiatan pembelajaran yaitu guru memberikan pertanyaan sebelum memulai kegiatan pembelajaran kemudian siswa menjawab berdasarkan hasil pengamatan mereka. Pada indikator *elaboration* yaitu kemampuan untuk menggambarkan objek tertentu atau kemampuan untuk mengkomunikasikan ide-ide kreatifnya kepada publik. Misalnya pada kegiatan pembelajaran siswa melakukan kegiatan praktikum atau percobaan, dimana dalam kegiatan tersebut siswa dapat melatih kreativitasnya kepada siswa yang lain dengan memberikan ide yang bermacam-macam.

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi normal, sehingga digunakan uji hipotesis non parametrik yaitu uji *wilcoxon* sebagai uji beda *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kreatif siswa. Uji *wilcoxon* menunjukkan nilai *Z* negatif (-4.796), artinya nilai *posttest* lebih besar dibandingkan dengan *pretest* serta nilai *sig. (2-tailed)* 0.000 lebih kecil dari $\alpha = 0.05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi perubahan iklim sebelum dan sesudah diterapkan Model *PBL*.

Tujuan dari menggunakan Model *PBL* dalam pembelajaran adalah untuk melatih siswa terbiasa menggunakan langkah per langkah tahapan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah (Darwati and Purana, 2021). Dalam proses pemecahan masalah, eksplorasi tentang informasi atau data-data yang dibutuhkan

menjadi salah satu tahapan yang penting untuk hingga akhirnya sampai pada tahap akhir yaitu menyelesaikan masalah, sehingga mereka terdorong untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menemukan solusi (Septian and Rizkiandi, 2017). Model *PBL* memiliki keterkaitan yang kuat dengan pengalaman sehari-hari siswa. Informasi dari guru bukan menjadi sumber utama perolehan pengetahuan siswa dalam penerapan model *PBL*. Dalam model *PBL*, masalah yang digunakan tidak hanya masalah kontekstual namun juga bersifat terbuka yang dapat ditinjau dari berbagai perspektif. Pengembangan kemampuan berpikir kreatif terfasilitasi melalui rangkaian proses *PBL*, sekaligus membantu mereka membangun pengetahuan baru (Handayani and Koeswanti, 2021).

Suparman and Husen (2015) menerapkan *PBL* untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa karena esensial dalam proses memecahkan masalah. Individu dengan tingkat kreativitas yang tinggi cenderung memiliki beragam ide dan konsep untuk menyelesaikan masalah, tentunya dengan pendekatan yang tepat (Darwati and Purana, 2021).

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah Model *PBL* berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. Penerapan *PBL* seperti yang telah dilakukan di SMP Negeri 2 Tenggarong pada materi perubahan iklim dalam penelitian ini, dapat menjadi alternative model pembelajaran bagi guru, sekolah, maupun stakeholder lainnya untuk diterapkan khususnya pada pembelajaran IPA dalam menumbuhkan hingga

meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.

REFERENSI

- Asmara, R., Zubaidah, S., Mahanal, S., Sari, N., 2023. Levels of Inquiry and Reading-Questioning-Answering (LoIRQA) to Enhance High School Students' Critical and Creative Thinking. *Int. J. Instr.* 16, 325–342. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16318a>
- Damayanti, P., Efwinda, S., Junus, M., 2023. Perceptions of Pre-Service Science Teachers in Nusantara Capital City About The Greenhouse Effect. *J. Pendidik. Sains* 11, 9–18.
- Darwati, I.M., Purana, I.M., 2021. Problem Based Learning (PBL): Suatu Model Pembelajaran Untuk Mengembangkan Cara Berpikir Kritis Peserta Didik. *Widya Accarya* 12, 61–69. <https://doi.org/10.46650/wa.12.1.1056.61-69>
- Dewi, R.P., Khoirunisa, N., 2018. Middle school student's perception of climate change at Boyolali District, Indonesia. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 200. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/200/1/012061>
- Efwinda, S., Damayanti, P., Mutmainah, O., Malisan, R., Anggraeni, B., 2022. Pelatihan Pembuatan Poster Digital Tema Pemanasan Global Dalam Melatihkan Kreativitas Siswa 6, 756–768.
- Efwinda, S., Sopandi, W., 2016. Peningkatan penguasaan konsep siswa melalui pembelajaran IPA terpadu berbasis masalah berbantuan mind map. *Edusains* 8, 27–35.
- Febrianti, Y., Djahir, Y., Fatimah, S., 2016. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik dengan Memanfaatkan Lingkungan Pada Mata Pelajaran Ekonomi di SMA Negeri 6 Palembang. *PROFIT Kaji. Pendidik. Ekon. dan Ilmu Ekon.* 3.
- Gu, X., Dijksterhuis, A., Ritter, S.M.,

2019. Fostering children's creative thinking skills with the 5-I training program. *Think. Ski. Creat.* 32, 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.05.002>
- Hake, R.R., 1999. Analyzing Change/Gain Scores. <https://doi.org/10.24036/ekj.v1.i1.a10>
- Hakim, A., Efwinda, S., Damayanti, P., Nurtasya, R., 2023. Exploration of Climate Literacy Level of High School Students In Prospective New Capital City of Indonesia. *J. Ilmu Pendidik. Fis.* 8, 248–258.
- Handayani, A., Koeswanti, H.D., 2021. Meta-Analysis Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *J. Basicedu* 5, 1349–1355.
- Hartini, T.I., Kusdiwelirawan, A., Fitriana, I., 2014. Pengaruh Berpikir Kreatif Dengan Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Prestasi Belajar Fisika Siswa Dengan Menggunakan Tes Open Ended. *J. Pendidik. IPA Indones.* 3, 8–11.
- Hernández-Ramos, J., Perna, J., Cáceres-Jensen, L., Rodríguez-Becerra, J., 2021. The effects of using socio-scientific issues and technology in problem-based learning: A systematic review. *Educ. Sci.* 11. <https://doi.org/10.3390/educsci11100640>
- Leuzinger, S., Borrelle, S.B., Jarvis, R.M., 2019. Improving Climate-Change Literacy and Science Communication Through Smart Device Apps. *Front. Educ.* 4, 1–5. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00138>
- Mazzalai, E., Chiappetta, M., Torre, G. La, 2022. Knowledge on causes and consequences of Climate Change in a cohort of Italian students. *Clin. Ter.* 173, 443–452. <https://doi.org/10.7417/CT.2022.2461>
- Meilasari, S., Damris M, D.M., Yelianti, U., 2020. Kajian Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam Pembelajaran di Sekolah. *BIOEDUSAINS Jurnal Pendidik. Biol. dan Sains* 3, 195–207. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v3i2.1849>
- Rauf, I., Arifin, I.N., Arif, R.M., 2022. Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Pedagogika* 1, 163–183. <https://doi.org/10.37411/pedagogika.v13i2.1354>
- Rushton, E.A.C., Sharp, S., Kitson, A., Walshe, N., 2023. Reflecting on Climate Change Education Priorities in Secondary Schools in England: Moving beyond Learning about Climate Change to the Emotions of Living with Climate Change. *Sustain.* 15. <https://doi.org/10.3390/su15086497>
- Septian, A., Rizkiandi, R., 2017. Penerapan Model Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa. *Prisma* 6, 1–8. <https://doi.org/10.35194/jp.v6i1.22>
- Septikasari, R., Frandy, R.N., 2018. KETERAMPILAN 4C ABAD 21 DALAM PEMBELAJARAN PENDIDIKAN DASAR. *J. Tarb. Al-Awlad VIII*, 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.04.015>
- Smith, G.G., Besalti, M., Nation, M., Feldman, A., Laux, K., 2019. Teaching climate change science to high school students using computer games in an intermedia narrative. *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.* 15. <https://doi.org/10.29333/ejmste/103570>
- Sofyan, H., Komariah, K., Wagiran, 2016. Problem Based Learning Dalam Implementasi Kurikulum 2013 Di Smk. *Jur. PTBB FT UNY* 15, 24–35.
- Sugiyono, 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta, Bandung.

- Suparman, Husen, D.N., 2015. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Melalui. *J. BioEdukasi* 03, 367–372.
- Syam, M., Efwinda, S., 2019. Analisis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Dengan Menerapkan Model Problem Based Learning (PBL) Pada Mata Kuliah Fisika Dasar di FKIP Universitas Mulawarman, in: *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs Universitas Negeri Makassar*.
- Wenno, I.H., Jamaludin, J., Batlolona*, J.R., 2021. The Effect of Problem Based Learning Model on Creative and Critical Thinking Skills in Static Fluid Topics. *J. Pendidik. Sains Indones.* 9, 498–511. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i3.20829>