



Research Article



Peningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Biologi Dengan Menggunakan Model PjBL Berbasis STEM (*Science Technology, Engineering, Mathematics*)

(*Improving Critical Thinking Ability of Biology Students with STEM-Based PjBL Model (Science Technology, Engineering, Mathematics)*)

Welli Wandari*, Nursamsu, Ayu Wahyuni

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Samudra, Indonesia
Jl. Prof. Dr. Syarief Thayeb, Meurandeh, Kec. Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh 24416

*Corresponding Author: wellywandari@gmail.com

Informasi Artikel	ABSTRACT
Submit: 12 – 10 – 2024 Diterima: 29 – 11 – 2024 Dipublikasikan: 30 – 12 – 2024	<p><i>STEM-based Project Based Learning model is a learning model that emphasizes students to complete a project in groups where the project integrates science, technology, engineering, and mathematics. This study aims to determine the effect of PjBL (Project Based Learning) model based on STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) to improve critical thinking skills of biology students of SMAN 3 Langsa. This study uses a type of quantitative research with a quasy experimental method with a pretest-posttest control group design using two sample classes, namely the experimental class and the control class. The samples in this study amounted to 36 experimental class students and 36 control class students. The results of the research instrument trial showed that the average value of the experimental class pretest was 40.11 (low) and the control class was 38.65 (low) so that the difference between the two classes was 1.46. While the average posttest value of the experimental class was 81.40 (high) and the control was 72.42 (medium) so that the difference between the two classes was 8.98. With the hypothesis test value $t_{hitung} > t_{tabel}$ or $5.59 > 1.6669$. So it can be concluded that H_a is accepted and H_0 is rejected, meaning that there is a significant influence in using the STEM-based PjBL model (Science, Technology, Engineering, Mathematics) to improve students' critical thinking skills at SMAN 3 Langsa. While the experimental class N-gain test results of 0.65 (medium category) were higher than the control class of 0.49 (medium category).</i></p> <p>Key words: PjBL, STEM, critical thinking skills, environmental change</p>
Penerbit	ABSTRAK
Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jambi, Jambi- Indonesia	<p>Model <i>Project Based Learning</i> berbasis STEM adalah suatu model pembelajaran yang lebih menekankan siswa untuk menyelesaikan suatu proyek secara berkelompok dimana proyek tersebut mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model <i>Project Based Learning</i> (PjBL) berbasis <i>Science, Technology, Engineering, Mathematics</i> (STEM) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa biologi di SMAN 3 Langsa. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode <i>quasy eksperimen</i> dengan rancangan <i>pretest-posttest control group design</i> dengan menggunakan dua kelas sampel, yaitu kelas eksperimen dan kontrol. Sampel dalam penelitian berjumlah 36 siswa kelas eksperimen dan 36 siswa kelas kontrol. Hasil penelitian instrumen tes menunjukkan bahwa adanya nilai rata-rata <i>pretest</i> kelas eksperimen sebesar 40.11 (rendah) dan kelas kontrol sebesar 38,65 (rendah) sehingga selisih antara kedua kelas tersebut sebesar 1,46 Sedangkan nilai rata-rata <i>posttest</i> kelas eksperimen sebesar 81,40 (tinggi) dan kontrol sebesar 72,42 (sedang) sehingga</p>

selisih antara kedua kelas tersebut sebesar 8,98. Dengan nilai uji hipotesis $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $5,59 > 1,6669$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa H_a diterima dan H_0 ditolak, artinya terdapat pengaruh yang signifikan dalam menggunakan model PjBL berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa di SMAN 3 Langsa. Sedangkan hasil uji *N-gain* kelas eksperimen sebesar 0,65 (kategori sedang) lebih tinggi dari pada kelas kontrol sebesar 0,49 (kategori sedang).

Kata kunci: PjBL, STEM, kemampuan berpikir kritis, perubahan lingkungan



This Biodik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi is licensed under a [CC BY-NC-SA \(Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu hal yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan dan komponen utama bagi keunggulan dalam membangun sumber daya manusia (Widiyono, dkk., 2023). Pada kompetensi abad 21 menuntut kualitas manusia sebagai modal dasar pembangunan. Indonesia sebagai negara yang sedang berkembang, memerlukan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas untuk mendukung dan melaksanakan pembangunan nasional. Kualitas SDM dapat ditingkatkan melalui pendidikan (Triani, dkk., 2022).

Pendidikan di abad ke 21 memiliki tujuan untuk mengembangkan kemampuan intelektual siswa agar dapat memecahkan masalah di lingkungan sekitarnya. Hal itu sesuai dengan tujuan utama pendidikan itu sendiri yaitu mencerdaskan generasi muda serta membentuk sikap dan keterampilan menjadi lebih baik lagi. Keterampilan abad 21 terdiri dari 4C yaitu keterampilan berpikir kritis (*critical thinking*), kolaborasi (*collaboration*), komunikasi (*communication*) dan kreativitas (*creativity*) (Nurjanah & Purwantoyo, 2023). Namun, pada kenyataannya kualitas pendidikan di Indonesia dapat dikatakan masih belum mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini sesuai dengan tabel PISA (*Program for international student assessment*) tahun 2009-2022 sebagaimana dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil PISA Siswa Indonesia Tahun 2009-2022

Tahun	Bidang membaca	Bidang matematika	Bidang literasi sains	Skor rata-rata Indonesia	Skor rata-rata PISA	Peringkat	Jumlah negara partisipan
2009	402	371	383	385	500	60	65
2012	396	375	382	384	500	64	65
2015	397	386	403	395	500	62	70
2018	371	379	396	382	500	72	77
2022	359	366	383	369	500	67	81

Sumber: (OECD, 2019); (Yusmar & Elan Fadilah, 2023) & (OECD, 2023)

Berdasarkan data *Program for international student assessment* (PISA) menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa di Indonesia masih cenderung rendah (Natassya, dkk., 2023). Ini sesuai dengan data PISA Indonesia pada tabel 1 bahwa skor pendidikan mengalami penurunan pada tahun 2018 dan 2022 di bandingkan tahun 2015. Pada tahun 2022, hasil PISA menunjukkan penurunan global dalam prestasi belajar dipengaruhi oleh pandemi COVID-19. Meskipun demikian, peringkat Indonesia di PISA 2022 mengalami kenaikan sebanyak 5-6 posisi dibandingkan dengan tahun 2018 (Kemendikbudri, 2023). Sejak tahun 2000 hingga 2022, Indonesia tercatat berada di peringkat 10 terbawah dalam literasi *sains* selama mengikuti asesmen PISA (Yusmar & Elan Fadilah, 2023). Ini menunjukkan rendahnya kemampuan berpikir kritis tingkat tinggi siswa pada rentang umur 15 tahun ke atas.

Kemampuan berpikir kritis adalah jenis kemampuan penalaran tingkat tinggi di mana individu menunjukkan kemampuan mereka untuk mengevaluasi fenomena secara ilmiah dari perspektif yang berada dalam konteks yang berbeda untuk membuat keputusan akhir yang efektif (Manurung, dkk., 2023). Berdasarkan pendapat Robert Ennis (1995), terdapat 12 indikator dalam mengidentifikasi berpikir kritis yang dikelompokkan dalam lima besar aktivitas, yaitu sebagai berikut: 1) memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*); 2) membangun keterampilan dasar (*basic support*); 3) menyimpulkan (*Inference*); 4) membuat penjelasan lanjut (*Advanced clarification*); 5) mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*) (Crismasanti & Yuniarta, 2017). Untuk itu, kemampuan berpikir kritis sangat relevan digunakan dalam proses pembelajaran *sains* di sekolah, sebab pembelajaran *sains* sangat mengutamakan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajarannya. Penting bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang bertujuan agar siswa mampu menganalisis, mendiskusikan, dan mengevaluasi setiap informasi yang diperoleh (Indriani, dkk., 2023). Oleh karena itu guru harus cermat dalam memilih model pembelajaran yang dapat digunakan untuk melatih kemampuan dan keterampilan berpikir kritis siswa dan serta siswa berperan aktif dalam pembelajaran, salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan yaitu model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL).

Project Based Learning (PjBL) adalah model pembelajaran yang menggunakan suatu proyek dalam proses pembelajaran, dan berpusat pada siswa (*student centered*) (Arifianti, dkk., 2020). Model PjBL memberikan kebebasan kepada para siswa untuk merencanakan aktivitas belajar mereka, melaksanakan proyek secara *kolaboratif*, dan pada akhirnya menghasilkan produk kerja yang dapat dipresentasikan kepada orang lain (Kemendikbud; 2017). Menurut Yulianto, dkk (2017), langkah-langkah pembelajaran *Project Based Learning* meliputi (1) menentukan pertanyaan dasar; (2) membuat desain proyek; (3) menyusun penjadwalan; (4) memonitor kemajuan proyek; (5) penilaian hasil; (6) evaluasi pengalaman. Pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) akan lebih baik jika diintegrasikan dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) (Riyasni, dkk., 2023).

Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) merupakan suatu pendekatan dalam pendidikan di mana *sains*, teknologi, teknik, dan matematika terintegrasi dalam proses pendidikan berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan yang nyata (Maulana, 2020). Konsep pendekatan STEM merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang populer saat ini untuk mendukung dan mempersiapkan siswa yang terampil dan mampu bersaing di dunia kerja. Penerapan pendekatan STEM pada pembelajaran *sains* khususnya, menjadi suatu celah untuk melatih siswa dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi sebagai bagian dari keterampilan abad 21 melalui

konteks-konteks yang ditawarkan pada pendekatan STEM (Muttaqiin, 2023). Penerapan STEM memiliki peluang besar untuk melatih keterampilan berpikir para siswa melalui karakteristiknya (Murnawianto, 2017).

Model *Project Based Learning* berbasis STEM adalah suatu model pembelajaran yang membentuk siswa dalam suatu kelompok untuk menyelesaikan suatu proyek dimana proyek tersebut mengintegrasikan *sains*, teknologi, teknik, dan matematika. *Project Based Learning* berbasis STEM memiliki langkah yang berbeda dengan pembelajaran *Project Based Learning*. Karakteristik PjBL dengan PjBL terintegrasi STEM terdapat persamaan, tapi PjBL terintegrasi STEM lebih menekankan pada proses mendesain (Erlinawati, dkk., 2019). Keunggulan-keunggulan PjBL berbasis STEM (1) mengembangkan berbagai keterampilan *employability skills*; (2) meningkatkan keterlibatan peserta didik, kreativitas dan inovasi; (3) meningkatkan keterampilan yang diperlukan untuk karier di dunia kerja; (4) meningkatkan efektivitas pembelajaran bermakna; (5) membantu peserta didik dalam memecahkan masalah kehidupan nyata; (6) mengasah kemampuan kognitif, manipulatif, mendesain, memanfaatkan teknologi, dan pengaplikasian pengetahuan; (7) membangkitkan rasa ingin tahu dan memicu imajinasi kreatif dan berpikir kritis (Sunardi & Hasanuddin, 2019).

Keunggulan-keunggulan dalam model PjBL berbasis STEM diharapkan mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik terutama dalam konsep pembelajaran biologi. Pembelajaran biologi merupakan kegiatan pembelajaran ilmu pengetahuan yang di dalamnya mempelajari tentang makhluk hidup dan keterkaitannya dengan lingkungan (Azaly & Fitrihidajati, 2022). Salah satu materi pada pembelajaran biologi yang mengaitkan langsung dengan lingkungan adalah materi perubahan lingkungan.

Materi perubahan lingkungan secara garis besar membahas tentang analisis penyebab, serta dampak dari perubahan lingkungan dan dapat mengajukan gagasan tentang pemecahan masalah perubahan lingkungan sesuai konteks permasalahan lingkungan di masyarakat. Materi perubahan lingkungan merupakan salah satu materi pada mata pelajaran biologi yang berpotensi mengakomodasi kegiatan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses siswa. Usaha guna mencapai indikator kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses pada materi perubahan lingkungan yaitu dengan menerapkan model pembelajaran yang efektif untuk memecahkan masalah dan memahami konsep materi (Nurjanah & Purwantoyo, 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan pembelajaran proyek berbasis STEM yaitu antara lain menurut Afifah, dkk., (2019) yang membahas mengenai model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa, hasil penelitian menunjukkan model PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan penguasaan konsep (sedang), dan peningkatan keterampilan berpikir kritis (tinggi). Berikutnya, penelitian Fitriyah & Ramadani (2021), dalam tulisannya menyatakan bahwa Pembelajaran STEAM berbasis PjBL berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa. Kemudian Dewi, dkk., (2023) juga menyatakan bahwa model PjBL berbasis STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar IPA. Model ini dapat digunakan untuk menciptakan pembelajaran yang bervariasi.

Berdasarkan dengan hasil observasi di SMA Negeri 3 Langsa, melalui wawancara bersama salah satu guru yang mengatakan bahwa dalam proses pembelajaran biologi, siswa khususnya kelas X masih kurang mendominasi dan kurang memberikan pertanyaan-pertanyaan yang mengarah ke berpikir kritis.

Selain itu, peneliti juga melakukan wawancara langsung kepada siswa baik metode maupun model pembelajaran yang digunakan selama kegiatan pembelajaran biologi di kelas. Saat diwawancarai para siswa menjawab pembelajaran di kelas masih menggunakan metode ceramah. Untuk itu penting menerapkan model pembelajaran PjBL berbasis STEM pada pembelajaran biologi di SMAN 3 Langsa. Karena dengan menerapkan PjBL berbasis STEM dapat membuat pembelajaran lebih bervariasi. Maka dari itu, judul penelitian yang diambil peneliti adalah “Pengaruh Model PjBL (*Project Based Learning*) Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Biologi di SMAN 3 Langsa”.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, dengan penggunaan data-data numerik atau berupa angka-angka yang dapat dicari dengan menggunakan metode eksperimen dan model desain yang di gunakan adalah *quasy eksperimen* dengan rancangan *pretest-posttest control group design*. Sugiyono (2019) menjelaskan bahwa penelitian eksperimen melibatkan dua kelompok. Pertama adalah kelompok eksperimen, merupakan kelompok yang diberi perlakuan menggunakan model *project based learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM). Kelompok yang kedua adalah kelompok kontrol, merupakan kelompok yang menggunakan model konvensional (ceramah). Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 3 Langsa Jln. Cut Nyak Dhien Kec. Langsa Kota, Kota Langsa dan dilaksanakan pada bulan Mei tahun ajaran 2023/2024.

Penelitian ini dilakukan dengan memberikan perlakuan kepada kelas eksperimen berupa model pembelajaran PjBL berbasis STEM kemudian dibandingkan dengan kelas kontrol yang tidak diberi perlakuan (menggunakan model pembelajaran konvensional). Populasi pada penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMAN 3 Langsa tahun ajaran 2023/2024 yang berjumlah 336 siswa. Sampel diartikan sebagai bagian dari populasi untuk mewakili seluruh populasi (Amin et al., 2023). Sampel pada penelitian ini diambil dengan menggunakan teknik *Simple random sampling*. Sampel penelitian ini terdiri dari dua kelas yaitu kelas X_6 yang berjumlah 36 siswa sebagai kelas eksperimen, dan kelas X_7 yang berjumlah 36 siswa sebagai kelas kontrol. Penelitian ini melibatkan dua variabel yaitu variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y) yang terdiri dari : Variabel bebas (X) menggunakan model PjBL (*project-based learning*) berbasis STEM (*science, technology, engineering, mathematics*) dan Variabel terikat (Y) berupa keterampilan berpikir kritis pada materi perubahan lingkungan siswa kelas X SMAN 3 Langsa.

Teknik pengumpulan data menggunakan Tes. Tes adalah deretan pertanyaan atau latihan serta alat lain yang digunakan untuk mengukur ketrampilan, pengetahuan intelegensi, kemampuan atau bakat yang dimiliki oleh individu atau kelompok (Arikunto, 2014). Tes keterampilan berpikir kritis ini berupa tes tertulis. Instrumen tes keterampilan berpikir kritis ini berbentuk tes objektif (pilihan ganda) untuk materi perubahan lingkungan sebanyak 25 yang telah di validasi oleh validator seta siswa kelas uji coba. Soal yang diambil berdasarkan taksonomi bloom yang telah direvisi yaitu C4 (analisis), C5 (evaluasi), C6 (mencipta). Setiap butir pertanyaan instrumen disediakan lima alternatif jawaban yang terdiri dari A,B,C,D, dan E jawaban yang benar memperoleh skor 1 dan jawaban yang salah memperoleh skor 0.

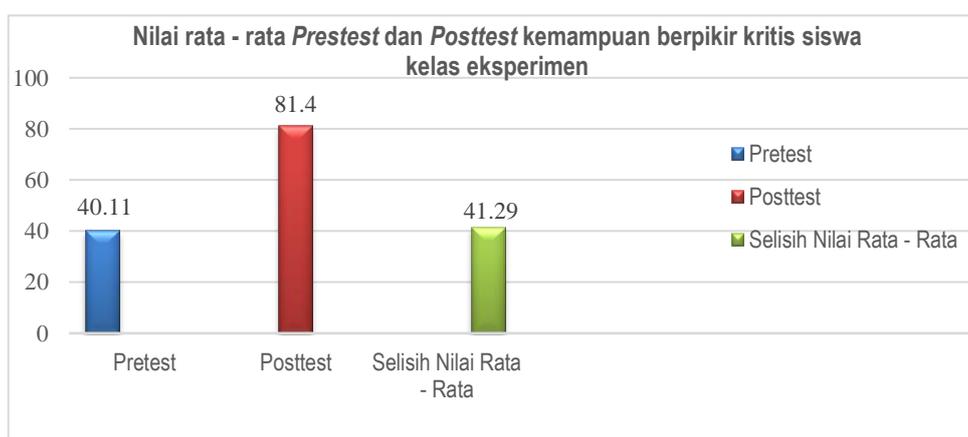
Tes termasuk ke dalam *pretest* (tes awal) dan *posttest* (tes akhir). Tes awal dilakukan untuk mengetahui kemampuan pemahaman materi perubahan lingkungan awal siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum diberi perlakuan. Tes akhir dilakukan untuk mengetahui kemampuan pemahaman materi perubahan lingkungan siswa setelah diberi pembelajaran menggunakan model pembelajaran

model PjBL berbasis STEM terhadap kelas eksperimen dibandingkan dengan kelas kontrol yang dapat pembelajaran konvensional. Tes yang digunakan pada awal dan akhir pembelajaran ini merupakan instrumen tes yang sama dan digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis yang dimiliki oleh siswa sebelum dan sesudah pembelajaran berlangsung.

Uji instrumen penelitian merupakan proses penting dalam pengembangan instrumen melalui beberapa tahapan di antara tahap pertama penskoran, dimana data dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menghasilkan skor yang mencerminkan kemampuan atau karakteristik yang diukur. Selanjutnya, uji validitas digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana instrumen dapat mengukur dengan akurat sesuai dengan tujuan penelitian. Terakhir, uji reliabilitas digunakan untuk menilai konsistensi instrumen dalam memberikan hasil yang serupa jika digunakan berulang kali pada sampel yang sama. Sementara itu, analisis data dilakukan dengan 4 tahapan yaitu uji normalitas, uji homogenitas, uji hipotesis, dan uji *N-gain* pada data tes. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui sampel dari populasi yang diambil normal atau tidak, uji homogenitas dilakukan untuk melihat perbedaan varians kedua kelas yang diteliti dengan pendapat setiap kelompok memiliki varians yang sama (homogen) atau tidak. Uji hipotesis dilakukan untuk melihat ada tidaknya perbedaan hasil berpikir kritis siswa dengan menggunakan pembelajaran model PjBL berbasis STEM. Uji *N-gain* untuk melihat meningkat atau tidaknya kemampuan berpikir kritis siswa menggunakan model PjBL berbasis STEM.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

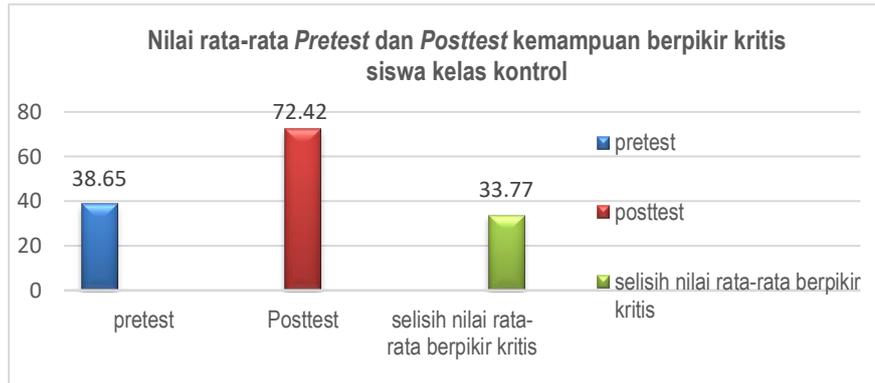
Hasil Penelitian dilaksanakan di sekolah SMAN 3 Langsa yang berjudul pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa biologi di SMAN 3 Langsa. Hasil yang diperoleh dari data *pretest* dan *posttest* siswa berupa instrumen pilihan berganda dengan menerapkan model PjBL Berbasis STEM pada kelas X6 (kelas eksperimen) dan menggunakan model pembelajaran konvensional pada kelas X7 (kelas kontrol). Perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* yang diperoleh siswa kelas eksperimen, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Nilai Rata-Rata *Pretest* dan *Posttest* Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen

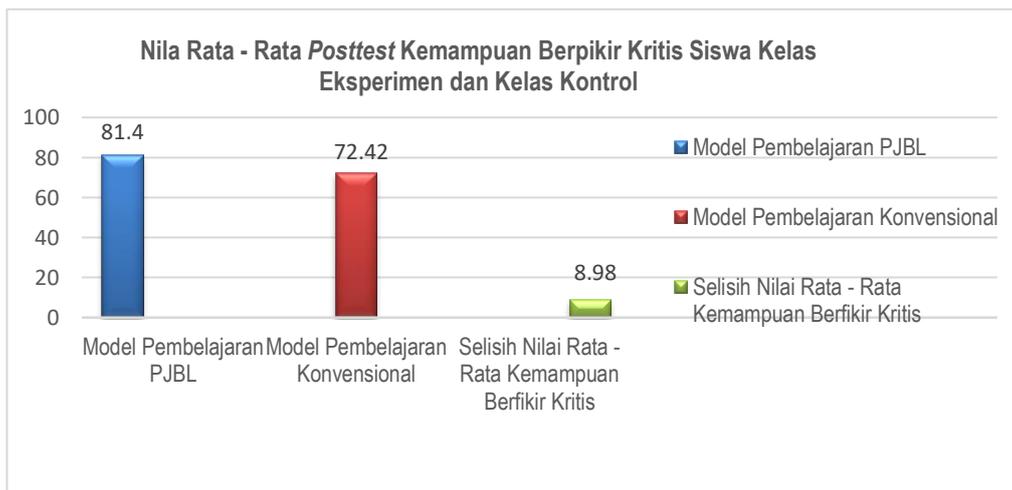
Berdasarkan hasil perhitungan data *pretest* berupa soal pilihan berganda di peroleh nilai tertinggi 68 dan nilai terendah sebesar 28 dengan demikian diperoleh nilai rata-rata sebesar 40.11 (rendah) Sedangkan nilai tertinggi yang diperoleh pada *posttest* sebesar 96 dan nilai terendah sebesar 60 dengan

demikian diperoleh nilai rata-rata sebesar 81.40 (tinggi). Sedangkan perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* yang diperoleh siswa kelas kontrol, dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Nilai Rata-Rata *Pretest* dan *Posttest* Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Kontrol

Berdasarkan hasil perhitungan data *pretest* kelas kontrol berupa instrumen pilihan ganda di peroleh nilai tertinggi sebesar 64 dan nilai terendah sebesar 32 dengan demikian diperoleh nilai rata-rata sebesar 38,65 (rendah), Sedangkan nilai tertinggi yang di peroleh pada *posttest* sebesar 88 dan nilai terendah sebesar 60 dengan demikian di peroleh nilai rata-rata 72,42 (sedang). Nilai rata-rata *posttest* yang diperoleh siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol pada tingkat kemampuan berpikir kritis, berikut ini grafik rata-rata perbandingan nilai antara kedua kelas tersebut setelah belajar dengan menggunakan model pembelajaran PjBL dan Konvensional :



Gambar 3 Nilai Rata-Rata Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Uji normalitas bertujuan apakah sampel yang digunakan pada penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan sebagai syarat awal dalam menganalisis ada atau tidaknya pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Uji normalitas yang digunakan yaitu dengan *Chi-Square*.

Tabel 2. Uji Normalitas *Pretest* dan *Posttest* Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen

Kelas	Tes	N	X ² hitung	$\alpha = 0,05$	Keterangan
Eksperimen	<i>Pre-test</i>	36	9.99	11.07	Normal
	<i>Post-test</i>	36	3.19	11.07	Normal

Pengujian normalitas data dilakukan dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dengan derajat kebebasan $dk = K-1$. Pada data *pretest* diperoleh nilai $X^2_{hitung} = 9.99$ sedangkan nilai $X^2_{tabel} = 11,07$ $dk = (6-1) = 5$. Oleh karena nilai $X^2_{hitung} = 9.99 < X^2_{tabel} = 11,07$, maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Selanjutnya pada uji normalitas data *posttest* kelas eksperimen diperoleh nilai $X^2_{hitung} = 3.19$ sedangkan nilai $X^2_{tabel} = 11,07$ dengan taraf signifikansi yang digunakan yaitu $\alpha = 0,05$ dan $dk = (6-1) = 5$. Oleh karena nilai $X^2_{hitung} = 3.19 < X^2_{tabel} = 11,07$, maka dapat disimpulkan bahwa data *posttest* kelas eksperimen juga berdistribusi normal. Berdasarkan hasil pengujian normalitas data *pretest* dan *posttest* siswa kelas kontrol dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dengan derajat kebebasan $dk = K-1$ maka diperoleh hasil sebagaimana dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Uji Normalitas *Pretest* dan *Posttest* Berpikir Kritis Siswa Kelas Kontrol

Kelas	Tes	N	X ² hitung	$\alpha = 0,05$	Keterangan
Kontrol	<i>Pre-test</i>	36	8.07	11,07	Normal
	<i>Post-test</i>	36	2.83	11,07	Normal

Dari hasil data *pretest* diatas diperoleh nilai $X^2_{hitung} = 8.07$ sedangkan nilai $X^2_{tabel} = 11,07$ $dk = (6-1) = 5$. Oleh karena nilai $X^2_{hitung} = 8.07 < X^2_{tabel} = 11,07$, maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Selanjutnya pada uji normalitas data *posttest* kelas kontrol diperoleh nilai $X^2_{hitung} = 2.83$ sedangkan nilai $X^2_{tabel} = 11,07$ dengan taraf signifikansi yang digunakan yaitu $\alpha = 0,05$ dan $dk = (6-1) = 5$. Oleh karena nilai $X^2_{hitung} = 2.83 < X^2_{tabel} = 11,07$, maka dapat disimpulkan bahwa data *posttest* kelas kontrol juga berdistribusi normal.

Setelah dilakukan pengujian normalitas, selanjutnya data *pretest* dan *posttest* kedua varians dilakukan uji homogenitas dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Pada data *pretest* diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 1,1926 dan F_{tabel} sebesar 1,757. Dengan demikian $F_{hitung} < F_{tabel}$ atau $1,192 < 1,757$ maka dapat disimpulkan bahwa kedua varians data *Pretest* homogen. Pada data *posttest* di peroleh nilai F_{hitung} sebesar 1,054, sedangkan nilai F_{tabel} diperoleh sebesar 1,757. Oleh karena nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ atau $1,054 < 1,757$ maka dapat disimpulkan bahwa kedua varians data *posttest* homogen. Berdasarkan data *pretest* dan *posttest* dinyatakan homogen, maka analisis uji t dapat dilakukan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari kedua kelompok telah memenuhi prasyarat pengujian statistik menggunakan uji-t, dimana hasil data yang diperoleh dari uji normalitas yaitu berdistribusi normal dan uji homogenitas yang dihasilkan yaitu homogen. Maka perlu dilakukan pengujian hipotesis untuk mengetahui apakah model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) yang diterapkan berpengaruh atau tidak untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Untuk melakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dirumuskan hipotesis statistiknya.

Adapun hipotesis statistik dalam penelitian ini adalah : H0: Tidak terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi perubahan lingkungan siswa kelas X SMAN 3 Langsa. Ha: Terdapat pengaruh model *Project-Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi perubahan lingkungan siswa kelas X SMAN 3 Langsa.

Hasil nilai t_{hitung} yang diperoleh dari data diatas = 4,79 dengan nilai $t_{tabel} = 1,6669$ dengan $dk = n_1 + n_2 - 2 = 36 + 36 - 2 = 70$ dan taraf signifikansi yang digunakan yaitu $\alpha = 0,05$. Oleh karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka Ha diterima Ho ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis (*science, technology, engineering, mathematics*) STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa biologi di SMAN 3 Langsa.

Berdasarkan data di atas di ketahui bahwasannya ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa biologi kelas X di SMAN 3 Langsa dan untuk mengetahui seberapa meningkatnya kemampuan berpikir kritis ketika di terapkan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) maka perlu adanya rumus *gain* ternormalisasi (Uji *N-gain*) yaitu skor *posttest* dikurangi skor *pretest* kemudian dibagi dengan skor ideal dikurangi skor *pretest*. Adapun hasil dari perhitungan *N-gain* disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji *N-gain* Kemampuan Berpikir Kritis

kelas	<i>pretest</i>	<i>posttest</i>	<i>N-gain</i>	Kategori
Eksperimen	47.11	81.00	0.65	Sedang
Kontrol	45.11	72.33	0.49	Sedang

Berdasarkan tabel 4 hasil analisis rata-rata *N-gain* kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen adalah 0,65 dengan kategori sedang, berdasarkan kriteria nilai *N-gain* (g) $> 0,3$ dengan kategori rendah, $0,3 \geq g \leq 0,7$ dengan kategori sedang, serta jika $g > 0,7$ berada pada kategori tinggi. Dari 36 siswa yang memperoleh *N-gain* tinggi sebanyak 11 siswa sedangkan dengan kategori sedang 25 siswa dan kategori rendah tidak ada. Pada kelas kontrol nilai *N-gain* sebesar 0,49 dengan kategori sedang. Dari 36 siswa yang memperoleh kriteria *N-gain* tinggi 1 siswa, kategori sedang 32 siswa sedangkan yang kategori rendah 3 siswa. Kelas eksperimen dan kontrol memiliki persamaan kategori *N-gain* yaitu sedang, akan tetapi jika dilihat dari nilai *N-gain* kelas eksperimen mendapat nilai yang lebih tinggi daripada kelas kontrol. Hal ini dikarenakan pada kelas eksperimen terdapat perbedaan rata-rata yang sangat tinggi antara *pretest* dan *posttest*.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di sekolah SMA Negeri 3 Langsa tentang pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa biologi. Hasil pengolahan data dari penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan perolehan nilai rata-rata kemampuan awal (*pretest*) kelas eksperimen sebesar 40.11 (rendah) dan kelas kontrol sebesar 38,65 (rendah). Kemudian setelah melakukan pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM diperoleh nilai rata-

rata *posttest* sebesar 81.40 (tinggi) sedangkan pada kelas kontrol dengan menggunakan model pembelajaran konvensional di peroleh nilai rata-rata *posttest* sebesar 73,81 (sedang). Dari uraian data nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* tersebut, kemudian dilakukan uji hipotesis penelitian dengan menggunakan uji independent sampel *t test* dan memperoleh hasil nilai t_{hitung} yang diperoleh dari data diatas = 4,79 dengan nilai $t_{tabel} = 1,6669$ dengan $dk = n_1 + n_2 - 2 = 36 + 36 - 2 = 70$ dan taraf signifikansi yang digunakan yaitu $\alpha = 0,05$. Oleh karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_a diterima H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM (*science, technology, engineering, mathematics*) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa biologi SMAN 3 Langsa. Hasil penelitian ini di perkuat oleh penelitian sebelumnya A. N. Afifah et al., (2019), bahwa *Project Based Learning* (PjBL) yang di padukan dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini disebabkan karena aktivitas yang dilaksanakan dalam pembelajaran lebih berorientasi pada keterlibatan siswa.

Adanya pengaruh dari model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM di karenakan siswa dituntut untuk mengerjakan suatu proyek secara bersama-sama, pembelajaran seperti ini akan memungkinkan muncul kerjasama siswa yang tinggi dan mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran lalu mengembangkan kemampuan dan keterampilan yang siswa miliki. Hal ini sesuai dengan pendapat Mamahit et al., (2020) yang menyatakan bahwa kegiatan-kegiatan yang terdapat dalam tahap pelaksanaan PjBL yang mengharuskan memiliki jiwa bekerja sama mempunyai potensi yang kuat dalam meningkatkan aktivitas dan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dalam kegiatan pembelajaran. Melihat pernyataan tersebut menunjukkan bahwa kerja sama seseorang yang tinggi maka hasil belajar pun juga akan semakin tinggi.

Penggunaan pendekatan STEM dapat meningkatkan pola berpikir siswa secara logika. Hal ini sesuai dengan A. N. Afifah et al., (2019) yang menyatakan STEM dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah yang diajukan dan menyelesaikannya dengan pemikiran kritis. Sesuai dengan pendapat lain yang dikemukakan Murnawianto et al., (2017) bahwa STEM melibatkan siswa dalam kegiatan metakognitif. Kegiatan metakognitif ini meliputi proses memilih, mencari, bertanya, membagi, menyusun, hipotesis, dan proses pembuatan keputusan. Pendekatan STEM memiliki tujuan yang sesuai dengan karakteristik pendidikan abad 21, salah satunya keterampilan berpikir kritis yaitu pemikiran yang bersifat selalu ingin tahu terhadap informasi yang ada untuk mencapai suatu pemahaman yang mendalam. Model *Project Based Learning* berbasis STEM merupakan suatu model pembelajaran yang mengharuskan siswa berpartisipasi secara aktif baik individu ataupun secara berkelompok, karena melalui kerjasama dalam kelompok akan melibatkan peserta didik dalam proses investigasi pemecahan masalah sehingga dapat mengkonstruksi inti pelajaran dari temuan-temuan dalam tugas atau proyek yang dilakukan dan mengintegrasikannya kedalam berbagai disiplin ilmu seperti pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika (Dewi et al., 2023).

Tahapan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM pada materi perubahan lingkungan ini yaitu tahap pertama menjabarkan dan menjelaskan garis besar tentang keseimbangan lingkungan dan pencemaran lingkungan dan penanganan penyebab pencemaran lingkungan. Disini siswa dituntut mengetahui apa saja penanganan limbah yang bermanfaat bagi lingkungan dan bernilai ekonomis. Tahap kedua pada proses pembelajaran Model *Project Based Learning* berbasis STEM ini yaitu menuntut untuk membagi siswa menjadi 5 kelompok. Untuk tugas kelompok di setiap kelompok nya

dengan limbah atau pencemar yang berbeda-beda. Tahap ketiga siswa diarahkan untuk membuat proyek berupa pemanfaatan limbah dengan limbah yang telah ditentukan dan dengan proyek yang di diskusikan di setiap kelompoknya dan guru mengarahkan atau memberi saran produk yang ingin di buat yang bermanfaat bagi lingkungan dan makhluk hidup lainnya. Tahap keempat siswa mulai merancang proyek apa yang akan mereka buat yang telah didiskusikan sebelumnya dengan teman sekelompok dan kegiatan ini dibimbing oleh guru dalam membuat proyek ini. Guru bertugas untuk mengontrol dan membantu mengarahkan siswa serta memberi saran pada saat sebelum dan saat pembuatan proyek agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Tahap kelima yaitu setelah siswa-siswa selesai mengerjakan proyek mereka diminta untuk mempresentasikan atau menjabarkan hasil kerja mereka di depan kelas. Tahap keenam yaitu evaluasi, disini guru menyimpulkan hasil pembelajaran yang telah di laksanakan dan di lanjutkan dengan *posttest* untuk mengevaluasi kembali. Oleh karena perbedaan rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol serta nilai hasil hitung dari uji hipotesis dengan *uji independent sample t test* dan uji *N-gain* menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa biologi SMAN 3 Langsa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa biologi di SMAN 3 Langsa, dapat dilihat dari uji hipotesis dengan perolehan $t_{hitung} = 5,59 > t_{tabel} = 1,6669$, dengan kesimpulan hipotesis H_a diterima. Adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dari hasil uji *N-gain* Nilai rata-rata *N-gain* pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran PjBL berbasis STEM adalah 0,65 (kategori sedang) lebih tinggi dari nilai rata-rata *N-gain* pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional adalah 0,49 (kategori sedang).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak sekolah SMAN 3 Langsa yang telah mendukung keberlangsungan penelitian ini sehingga terlaksana dengan baik dan kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dalam keterlaksananya penelitian ini.

RUJUKAN

- Afifah, Afni Nur, Ilmiyati, N., & Tato. (2019). Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(2), 73–78.
- Amin, Nur Fadilah, Garancang, S., & Abunawas, kamaluddin. (2023). Konsep Umum Populasi dan Sampel dalam Penelitian. *JURNAL PILAR: Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, 14(1), 15–31.
- Arikunto, S. (2014). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis*. Rineka Cipta.
- Azaly, Q. R., & Fitrihidajati, H. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Microsoft Office Sway Pada Materi Perubahan Lingkungan Untuk Melatihkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA. *Jurnal BioEdu; Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11(1), 218–227.
- Dewi, N. N. S. K., Arnyana, I. B. P., & Margunayasa, I. G. (2023). Project Based Learning Berbasis STEM: Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 6(1), 133–143.

- Erlinawati, C. E., Bektiarso, S., & Maryani, M. (2019). Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM Pada Pembelajaran Fisika. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2019*, 4(1), 1–4.
- Fatoni, A. (2011). *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*. (Jakarta:Rineka Cipta).
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis PJBL (*Project-Based Learning*) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Berpikir Kritis. *Jurnal Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209–226.
- Ghony, M. D., & Almanshur, F. (2014). *Metode Penelitian Kualitatif*. Ar-ruzz Media.
- Indriani, R. P., Sigit, D. V., & Miarsyah, M. (2023). Meta-analisis; Pengaruh Media E-Learning Terhadap keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif. *Cetta:Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(1).
- Mamahit, J. A., Aloysius, D. C., & Suwono, H. (2020). Efektivitas Model Project- based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X. *Jurnal Pendidikan*, 5(9), 1284–1289.
- Manurung, A. S., Fahrurrozi, F., Utomo, E., & Gumelar, G. (2023). Implementasi Berpikir Kritis dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *Jurnal Papeda*, 5(2), 120–132.
- Maulana, M. (2020). Penerapan Model *Project Based Learning* Berbasis STEM Pada Pembelajaran Fisika Siapkan Kemandirian Belajar Peserta Didik. *Jurnal Teknodik*, 37–48.
- Murnawianto, S., Sarwanto, & Raharjo, S. B. (2017). Stem-Based Science Learning In Junior High School: Potency For Training Student' Thinking Skill. *Pancaran Pendidikan FKIP Universitas Jember*, 6(4), 69–80.
- Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 34–45. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.819>.
- Natassya, H. D., Utami, R. E., & Kusumaningsih, W. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan soal tipe open ended ditinjau dari motivasi belajar pada materi SPLTV. *Jurnal Kualita Pendidikan*, 4(1), 47–53.
- Nurjanah, N., & Purwanto, E. (2023). Efektivitas model pembelajaran project based learning berbasis steam untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses pada materi perubahan lingkungan. *In Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 11, 211–217.
- Raihan, F., & Malahayati, K. N. (2020). pengaruh partisipasi dalam diskusi kelas terhadap kemampuan berfikir kritis (Critical Thinking Skills) peserta didik SMA Negeri di kota Langsa. *Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 03(01), 23–27.
- Riyasni, S., Yani, I. P., & Sari, W. K. (2023). Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar Digital Fisika Berbasis Project Based Learning Terintegrasi Pendekatan STEM. *Journal On Education*, 06(01), 5849–5858.
- Sunardi, S., & Hasanuddin, H. (2019). Pengembangan Employability Skill Mahasiswa Vokasi Melalui Pembelajaran STEM-Project Based Learning. *Seminar Nasional Teknologi, Sains Dan Humaniora 2019 (SemanaTECH 2019)*, 1(1), 210–217.
- Triani, F., Asrizal, A., & Usmeldi, U. (2022). Meta analisis pengaruh penerapan STEM terhadap hasil belajar fisika peserta didik. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 99–107.
- Widiyono, A., Zumrotun, E., Wahyuningtyas, I. N., & Ariyanti, diana putri. (2023). Penerapan model PjBL-STEM melalui smart apps Creator (SAC) terhadap keterampilan Berpikir Kritis Siswa di sekolah dasar. *Dwija Cendneka: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(3).
- Yulianto, A., Fatchan, A., & komang Astina, I. (2017). Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis Lesson Study Untuk Meningkatkan Keaktifan Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan*, 2(3), 448–453.
- Yusmar, F., & Elan Fadilah, R. (2023). Analisis Rendahnya Literasi Sains Peserta Didik Indonesia Hasil PISA Dan Faktor Penyebab. *Lensa (Lentera Sains):Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 11–19. <https://doi.org/DOI: 10.24929/lensa.v13i1.283>.