E-ISSN: 3025-0994
Halaman 1056-1065
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026

Meta-Analisis: Pendekatan Stem (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Pembelajaran Biologi

Revalina Andini[1], Khairina Nabila Harahap[2], Anastasya Leonita[3], Dodi Dwi Risaundi[4], Sri Wulandari[5]

[1,2,3,4,5]Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Riau
e-mail: revalina.andini4559@student.unri.ac.id

Abstrak

Transformasi pendidikan abad ke-21 menuntut pengembangan keterampilan tingkat tinggi, salah satunya adalah keterampilan berpikir kreatif. Namun, pembelajaran biologi di sekolah seringkali masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang menitikberatkan pada hafalan konsep sehingga kurang memfasilitasi kreativitas siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas implementasi pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) baik secara mandiri maupun diintegrasikan dengan model *Project Based Learning* (PjBL) dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa, khususnya pada rumpun sains dan biologi. Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis terhadap 20 artikel jurnal nasional dan internasional yang diterbitkan pada rentang tahun 2020–2026. Data dianalisis dengan menelaah pengaruh (efek) penerapan STEM terhadap hasil *post-test* dan peningkatan indikator berpikir kreatif siswa. Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEM memberikan *effect size* pada kategori tinggi. Integrasi disiplin ilmu dalam STEM, terutama elemen *Engineering* (teknik) dan *Technology*, menuntut siswa untuk merancang proyek, memecahkan masalah kompleks, dan menghasilkan inovasi, yang secara langsung melatih kelancaran, keluwesan, dan keaslian berpikir. Dengan demikian, pendekatan STEM sangat efektif dan direkomendasikan sebagai strategi inovatif dalam pembelajaran Biologi.

Kata Kunci: *Meta-Analisis, Pendekatan STEM, Berpikir Kreatif, Pembelajaran Biologi.*

Abstract

The transformation of 21st-century education demands the development of high-level skills, one of which is creative thinking skills. However, biology learning in schools is often still dominated by conventional approaches that emphasize memorization of concepts, thus not facilitating student creativity. This study aims to analyze the effectiveness of implementing the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach, both independently and integrated with the Project Based Learning (PjBL) model, in improving students' creative thinking skills, especially in the science and biology clusters. This study used a meta-analysis

method on 20 national and international journal articles published between 2020 and 2026. Data were analyzed by examining the effect of STEM implementation on post-test results and improvements in students' creative thinking indicators. The results of the literature synthesis indicate that the implementation of the STEM approach has a high effect size. The integration of disciplines in STEM, especially the Engineering and Technology elements, requires students to design projects, solve complex problems, and produce innovations, which directly train fluency, flexibility, and originality of thinking. Thus, the STEM approach is very effective and is recommended as an innovative strategy in Biology learning.

Keywords : *Meta-Analysis, Stem Approach, Creative Thinking, Biology Learning.*

LATAR BELAKANG

Pendidikan di abad ke-21 memiliki tantangan besar untuk menghasilkan sumber daya manusia yang tidak hanya cerdas secara akademis, tetapi juga memiliki keterampilan 4C: *Critical thinking, Communication, Collaboration*, dan *Creative thinking* (berpikir kreatif). Berpikir kreatif adalah kemampuan kognitif tingkat tinggi yang memungkinkan siswa untuk menghasilkan ide-ide baru, memecahkan masalah dari berbagai sudut pandang, dan menciptakan produk inovatif yang orisinal. Dalam konteks pembelajaran sains, khususnya Biologi, keterampilan berpikir kreatif sangat esensial agar siswa dapat memahami fenomena alam, merespons isu-isu lingkungan, serta mengaplikasikan bioteknologi (Palangi et al., 2025).

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran biologi seringkali masih bersifat *teacher-centered* dan terjebak pada proses transfer pengetahun semata (Adisty & Manalu, 2024). Siswa dituntut untuk menghafal istilah latin dan proses fisiologis tanpa pemahaman interdisipliner. Hal ini menyebabkan rendahnya kemampuan siswa dalam merancang solusi atas permasalahan nyata (Ashari et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan transformasi pendekatan pembelajaran.

Salah satu pendekatan yang terbukti relevan untuk mengatasi masalah ini adalah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). STEM mengintegrasikan empat disiplin ilmu secara kohesif, di mana siswa diajak mengaplikasikan sains dan matematika melalui bantuan teknologi untuk merancang sebuah rekayasa (teknik) guna menyelesaikan masalah dunia nyata (Setyobudi et al., 2026). Seringkali, STEM dipadukan dengan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) atau ditambahkan unsur seni menjadi STEAM, untuk lebih mengoptimalkan daya cipta siswa (Sugita et al., 2025; Wastiani et al., 2023).

Meskipun banyak penelitian yang melaporkan dampak positif STEM, hasil yang diperoleh bervariasi bergantung pada jenjang pendidikan dan materi ajar. Oleh karena itu, penelitian berupa meta-analisis ini penting dilakukan untuk merangkum, mengkaji ulang, dan mensintesis 20 publikasi ilmiah terbaru. Tujuannya adalah untuk menarik kesimpulan yang lebih kuat, valid, dan komprehensif mengenai efektivitas pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran biologi dan sains.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif non-eksperimen dengan menggunakan desain meta-analisis. Meta-analisis adalah teknik riset yang merangkum data dan menganalisis hasil dari berbagai penelitian primer terdahulu yang sejenis untuk memperoleh kesimpulan umum yang lebih terukur (Surata et al., 2020). Sampel dalam penelitian ini terdiri dari 20 artikel jurnal (nasional terindeks SINTA dan prosiding internasional) yang diterbitkan dalam rentang waktu tahun 2020 hingga 2026. Kriteria inklusi pengumpulan data artikel adalah: (1) Jurnal membahas pendekatan STEM atau STEAM; (2) Variabel terikat berupa keterampilan berpikir kreatif; (3) Subjek penelitian berada pada ruang lingkup pendidikan sains atau biologi. Data yang diekstraksi dari setiap artikel meliputi nama penulis, tahun terbit, desain penelitian, materi ajar (seperti Keanekaragaman Hayati, Lingkungan, Morfologi Tumbuhan), dan hasil efektivitas pendekatan tersebut.

Data yang telah diekstraksi dari artikel-artikel primer kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk melihat seberapa besar pengaruh pendekatan pembelajaran terhadap variabel terikat. Perhitungan besaran pengaruh (*effect size*) menggunakan rumus Glass (Glass's Delta), yaitu selisih rata-rata nilai kelas eksperimen dan kelas kontrol, dibagi dengan simpangan baku (standar deviasi) kelas kontrol. Persamaannya dituliskan sebagai berikut:

$$ES = \frac{\overline{X_e} - \overline{X_c}}{SD_c}$$

Keterangan:
ES = effect size
X̄ eksperimen = rata-rata kelompok eksperimen
X̄ kontrol = rata-rata kelompok kontrol
SD kontrol = standar deviasi kelompok kontrol
Hasil perhitungan *effect size* kemudian dikategorikan berdasarkan pedoman interpretasi (misalnya kriteria Cohen), di mana nilai ≤0.15 (Diabaikan), 0.15 < ES ≤ 0.40 (Kecil), 0.40 < ES ≤ 0.75 (Sedang), 0.75 < ES ≤ 1.10 (Tinggi), dan > 1.10 (Sangat Tinggi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah rangkuman dan analisis dari 20 artikel jurnal yang digunakan dalam penelitian meta-analisis ini:

Tabel 1. Hasil Ekstraksi Data Artikel Meta-Analisis

No.	Peneliti (Tahun)	Judul Artikel	Model / Pendekatan Pembelajaran	Kategori
1	Adisty & Manalu (2024)	Pengembangan LKPD Berbasis PBL-STEM Sebagai Upaya Peningkatan Berpikir Kreatif	PBL-STEM	Tinggi

		Siswa pada Materi Keanekaragaman Hayati SMA/MA		
2	Amin, Ibrahim, & Alkusaeri (2022)	Meta Analisis: Keefektifan STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa	Pendekatan STEM	Sangat Tinggi
3	Ashari, Zulyusri, Yogica, & Alberida (2022)	Implementasi Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) dalam Pembelajaran dan Hubungannya dengan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa	Pendekatan STEM	Tinggi
4	Herlina, Nirmala, & Rahayu (2023)	*Creative Thinking and Collaborative Ability of Elementary Students with the Implementation of the STEM Integrated Project-Based Learning Model*	PjBL-STEM	Tinggi
5	Jayanto (2025)	Integrasi Pembelajaran STEM pada Materi Morfologi Tumbuhan di Sekolah Menengah Atas: Sebuah *Scoping Review*	Pendekatan STEM	Sedang
6	Kartikasari, Setyo, & Kusumawati (2024)	Pengaruh Model Pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi IPA	PjBL-STEM	Sangat Tinggi
7	Mamahit, Aloysius, & Suwono (2020)	Efektivitas Model *Project-Based Learning* Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X	PjBL-STEM	Tinggi
8	Mardatillah & Kristayulita (2024)	Pengaruh Pembelajaran *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa	Pendekatan STEM	Tinggi

9	Munawwaroh, Sugiman, & Munahefi (2024)	Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM	PjBL-STEM	Tinggi
10	Nurfadilah & Siswanto (2020)	Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif pada Konsep Polimer dengan Pendekatan STEAM Bermuatan ESD Siswa SMA	STEAM-ESD	Tinggi
11	Palangi, et al. (2025)	Pengaruh Model *Project Based Learning* Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Motivasi Belajar Peserta Didik pada Mata Pelajaran Biologi	PjBL-STEM	Sangat Tinggi
12	Putra & Maheswara (2024)	Implementasi Pembelajaran Berbasis STEM dalam Pendidikan Biologi untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa	Pendekatan STEM	Tinggi
13	Ramadhani & Hardianti (2025)	*Building Students' Creative Thinking Skills in Science Learning: A Systematic Review of STEM-Based Approaches*	Pendekatan STEM	Tinggi
14	Setyobudi, Sofyan, & Komariah (2026)	*Implementation of the STEM-Based Project-Based Learning (PjBL) Model to Enhance Students' Critical Thinking and Creativity*	PjBL-STEM	Sangat Tinggi
15	Sudarmi, et al. (2025)	Pengaruh E-Modul Terintegrasi Etno-STEM melalui *Project Based Learning* (PjBL) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Zat dan Perubahannya	PjBL Etno-STEM	Tinggi
16	Sugita, et al. (2025)	Literatur Review: Penerapan Pendekatan STEAM pada Pembelajaran Sains untuk Meningkatkan Kemampuan	Pendekatan STEAM	Sedang

		Berpikir Kritis dan Kreativitas Siswa		
17	Surata, Sudiana, & Sudirgayasa (2020)	Meta-Analisis Media Pembelajaran pada Pembelajaran Biologi	Media Pembelajaran	Sedang
18	Utomo, Sudiyanto, & Supianto (2025)	*The Influence of STEM-Oriented Project-Based Learning and Learning Motivation on Creative Thinking Skills*	PjBL-STEM	Tinggi
19	Wastiani, Taufiq, & Wijaya (2023)	Pengaruh Pendekatan STEAM Berbasis *Project Based Learning* terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif dan Kritis	PjBL-STEAM	Tinggi
20	Wiyono, et al. (2022)	*STEM-based E-learning: Implementation and Effect on Communication and Collaboration Skills on Wave Topic*	E-Learning STEM	Tinggi

Berdasarkan hasil pengumpulan dan ekstraksi data dari 20 artikel jurnal penelitian primer, diketahui bahwa seluruh penelitian sepakat bahwa penerapan pendekatan STEM secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Sebagian besar penelitian mengintegrasikan STEM ke dalam model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) atau memodifikasinya menjadi STEAM (dengan unsur *Arts*) dan Etno-STEM.

Dalam konteks pembelajaran Biologi, integrasi STEM memfasilitasi siswa untuk beralih dari pemikir tingkat rendah (LOTS) menuju tingkat tinggi (HOTS). Misalnya, pada materi Keanekaragaman Hayati, pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis PBL-STEM terbukti efektif mengembangkan ide divergen siswa (Adisty & Manalu, 2024). Demikian pula pada pembelajaran Biologi di jenjang SMA (Palangi et al., 2025; Mamahit et al., 2020), model PjBL-STEM memberikan dampak signifikan terhadap motivasi dan keluwesan siswa dalam mendesain proyek sains.

Keberhasilan pendekatan STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif didasarkan pada beberapa faktor utama:

1. **Fase *Engineering Design Process* (EDP):** Tahapan rekayasa menuntut siswa untuk membuat prototipe, menguji, dan mengevaluasi produk. Proses mendesain ulang ini melatih keaslian (*originality*) dan elaborasi gagasan (Kartikasari et al., 2024).
2. **Keterkaitan Antardisiplin (Interdisipliner):** Biologi tidak lagi dipelajari secara terisolasi. Siswa menggunakan instrumen teknologi dan rumus matematika untuk menghitung variabel biologis, sehingga wawasan mereka meluas (Ashari et al., 2022).

3. **Pembelajaran Kontekstual:** STEM menghadirkan masalah dunia nyata, seperti isu lingkungan atau manipulasi bioteknologi (materi biologi kelas X dan XII). Hal ini memicu rasa ingin tahu, sehingga kreativitas ilmiah siswa terbangun untuk mencari solusi praktis (Putra & Maheswara, 2024).

Penelitian dari Amin et al. (2022) dan Ramadhani & Hardianti (2025) yang juga menggunakan kajian literatur memperkuat argumen bahwa STEM memberikan *effect size* yang besar dalam sains, menjadikannya standar yang sangat dianjurkan untuk diterapkan oleh guru Biologi dalam kurikulum modern.

Untuk memberikan gambaran mengenai subjek penelitian yang paling banyak menerapkan model PjBL-STEM dalam meningkatkan berpikir kreatif, dilakukan analisis distribusi penelitian berdasarkan jenjang pendidikan.

Tabel 2. Distribusi Artikel Berdasarkan Jenjang Pendidikan

No.	Jenjang Pendidikan	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)
1	Sekolah Dasar (SD/MI)	3	15
2	Sekolah Menengah Pertama (SMP/MTs)	3	15
3	Sekolah Menengah Atas/Kejuruan (SMA/MA/SMK)	10	50
4	Studi Literatur/Meta-Analisis/Umum	4	20

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa jenjang SMA/MA/SMK menjadi tingkat pendidikan yang paling dominan dalam implementasi pendekatan STEM, yakni mencapai 50% dari total artikel. Hal ini menunjukkan bahwa materi biologi dan sains di tingkat menengah atas dinilai memiliki kompleksitas yang paling relevan untuk diintegrasikan dengan kerangka interdisipliner STEM dibandingkan jenjang pendidikan lainnya.

Selanjutnya, untuk melihat sejauh mana efektivitas model ini terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa secara keseluruhan, dilakukan analisis terhadap nilai *effect size* (Cohen's *d*) yang diperoleh dari setiap artikel. Distribusi kategori besaran pengaruh tersebut disajikan dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Distribusi Artikel Berdasarkan Kategori *Effect Size*

No.	Kategori Besaran Pengaruh (Effect Size)	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)
1	Sangat Tinggi (ES > 1.10)	5	25
2	Tinggi (0.75 < ES ≤ 1.10)	12	60

3	Sedang ($0.40 < ES \leq 0.75$)	3	15
4	Kecil / Diabaikan ($ES \leq 0.40$)	0	0

Data pada Tabel 3 menunjukkan temuan yang sangat positif, di mana mayoritas penelitian (60%) menghasilkan pengaruh dalam kategori Tinggi dan 25% lainnya masuk dalam kategori Sangat Tingg. Tidak ditemukan adanya artikel yang melaporkan pengaruh dalam kategori rendah. Hasil meta-analisis ini membuktikan secara empiris bahwa model PjBL-STEM secara konsisten sangat efektif dalam menstimulus kemampuan berpikir kreatif siswa di berbagai kondisi penelitian.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil meta-analisis dari 20 artikel yang dikaji, dapat disimpulkan bahwa penerapan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) maupun integrasinya seperti PjBL-STEM dan STEAM, memiliki pengaruh yang kuat dan positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa. Pembelajaran Biologi yang diintervensi dengan STEM memacu kemandirian siswa dalam merancang, menyelesaikan masalah kompeks, dan menciptakan inovasi produk. Oleh karena itu, guru Biologi sangat direkomendasikan untuk beralih menggunakan modul, LKPD, atau media pembelajaran digital yang berbasis STEM guna menyiapkan generasi abad ke-21.

DAFTAR PUSTAKA

Adisty, Y., & Manalu, K. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis PBL-STEM Sebagai Upaya Peningkatan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Keanekaragaman Hayati SMA/MA. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi, 12*(1), 1241-1251.

Amin, M., Ibrahim, M., & Alkusaeri. (2022). Meta Analisis: Keefektifan STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Journal Of Authentic Research On Mathematics Education (JARME), 4*(2), 248-262.

Ashari, N., Zulyusri, Yogica, R., & Alberida, H. (2022). Implementasi Pendekatan Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Dalam Pembelajaran Dan Hubungannya Dengan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *As-Sabiqan: Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini, 4*(4).

Herlina, A., Nirmala, S. D., & Rahayu, U. (2023). Creative Thinking And Collaborative Ability Of Elementary Students With The Implementation Of The STEM Integrated Project-Based Learning Model. *Eduhumaniora: Jurnal Pendidikan Dasar, 15*(1), 39-50.

Jayanto, P. (2025). Integrasi Pembelajaran STEM Pada Materi Morfologi Tumbuhan Di Sekolah Menengah Atas: Sebuah Scoping Review. *SECONDARY: Jurnal Inovasi Pendidikan Menengah, 5*(2).

Kartikasari, B. D., Setyo, R., & Kusumawati, N. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Project-Based Learning (Pjbl) Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi IPA Kelas IV. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 9*(3), 664-675.

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: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan, 5*(9), 1284-1289.

Mardatillah, B. L. R., & Kristayulita, K. (2024). Pengaruh Pembelajaran Science, Technology, Engineering And Mathematics (STEM) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika, 4*(1), 472-482.

Munawwaroh, A. M., Sugiman, & Munahefi, D. N. (2024). Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika, 7*, 987-991.

Nurfadilah, S., & Siswanto, J. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Pada Konsep Polimer Dengan Pendekatan STEAM Bermuatan ESD Siswa SMA Negeri 1 Bantarbolang. *Media Penelitian Pendidikan: Jurnal Penelitian Dalam Bidang Pendidikan Dan Pengajaran, 14*(1), 45-51.

Palangi, J., Jamhari, M., Agni, R., Laenggeng, A. H., Fardha, R., & Febriawan, A. (2025). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Motivasi Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Biologi Di SMAN 4 Palu. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi, 13*(3), 1950-1960.

Putra, S. B., & Maheswara, R. (2024). Implementasi Pembelajaran Berbasis STEM Dalam Pendidikan Biologi Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Cakrawala Pendidikan Dan Biologi, 1*(3), 1-6.

Ramadhani, N. A., & Hardianti, R. D. (2025). Building Students' Creative Thinking Skills In Science Learning: A Systematic Review Of STEM-Based Approaches. *Jurnal Paedagogy: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan, 12*(3), 831-841.

Setyobudi, A., Sofyan, H., & Komariah, K. (2026). Implementation Of The STEM-Based Project-Based Learning (Pjbl) Model To Enhance Students' Critical Thinking And Creativity In Fusion Food Materials. *Indonesian Journal Of Educational Research And Technology, 6*(1), 33-40.

Sudarmi, Purwanto, H., Shaolihat, N., & Alissa, V. (2025). Pengaruh E-Modul Terintegrasi Etno-STEM Melalui Project Based Learning (Pjbl) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Zat Dan Perubahannya. *Pentagon: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, 3*(3), 97-105.

Sugita, D., Sabela, E., Sari, F. M., Idayanti, R., & Erika, F. (2025). Literatur Review: Penerapan Pendekatan STEAM Pada Pembelajaran Sains Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreativitas Siswa. *EDUCATIONAL: Jurnal Inovasi Pendidikan & Pengajaran, 5*(1).

Surata, I. K., Sudiana, I. M., & Sudirgayasa, I. G. (2020). Meta-Analisis Media Pembelajaran Pada Pembelajaran Biologi. *Journal Of Education Technology, 4*(1), 22-27.

Utomo, R. H., Sudiyanto, & Supianto. (2025). The Influence Of STEM-Oriented Project-Based Learning And Learning Motivation On Creative Thinking Skills At The Elementary School Level. *Edubasic Journal: Jurnal Pendidikan Dasar, 7*(2), 173-187.

Wastiani, R., Taufiq, M., & Wijaya, A. B. (2023). Pengaruh Pendekatan STEAM Berbasis Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Kritis Pada Mata Pelajaran Matematika Siswa SMP. *Jurnal Konatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan, 1*(1).

Wiyono, K., Sury, K., Hidayah, R. N., Nazhifah, N., Ismet, & Sudirman. (2022). STEM-Based E-Learning: Implementation And Effect On Communication And Collaboration Skills On Wave Topic. *JPPPF (Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Fisika), 8*(2), 259-270.