

## Strategi Pembelajaran Berbasis STEM Dalam Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA

Putri Patricia Pandiangan<sup>1</sup> Ester<sup>2</sup> Lamtiurma Lumbanturuan<sup>3</sup> Hairen Br Kaban<sup>4</sup>

Gebytha Yani Ndaha<sup>5</sup> Josep Raja Oloan Sihotang<sup>6</sup> Syairal Fahmy Dalimunthe<sup>7</sup>

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Medan, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>

Email: [putripatriciapandiangan@gmail.com](mailto:putripatriciapandiangan@gmail.com)<sup>1</sup> [atikaester15@gmail.com](mailto:atikaester15@gmail.com)<sup>2</sup>

[lamtiurmalumbanturuan6@gmail.com](mailto:lamtiurmalumbanturuan6@gmail.com)<sup>3</sup> [hairenkaban@gmail.com](mailto:hairenkaban@gmail.com)<sup>4</sup> [yanigebyta@gmail.com](mailto:yanigebyta@gmail.com)<sup>5</sup>  
[josephsmith5w@gmail.com](mailto:josephsmith5w@gmail.com)<sup>6</sup> [fahmy@unimed.ac.id](mailto:fahmy@unimed.ac.id)<sup>7</sup>

### Abstract

*This research aims to analyze STEM-based learning strategies in increasing high school students' interest and learning outcomes in Biology. The method used is a literature study by reviewing various relevant scientific journals. Data were analyzed descriptively by comparing previous research findings to identify the effectiveness of implementing STEM-based learning, factors that influence student interest and learning outcomes, as well as challenges in its implementation. The results of the study show that STEM-based learning is able to increase student involvement in the learning process, improve critical thinking skills, and connect Biology concepts with real life. Several learning models such as Project-Based Learning (PjBL) and Discovery Learning combined with a STEM approach show significant effectiveness in increasing students' understanding of concepts and interest in learning. However, the implementation of STEM-based learning still faces challenges such as limited facilities, educator readiness, and differences in student characteristics. Therefore, training for teachers and policy support are needed to optimize STEM-based learning in schools.*

**Keywords:** STEM, Biology Learning, Interest In Learning, Learning Outcomes, Learning Strat

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi pembelajaran berbasis STEM dalam meningkatkan minat dan hasil belajar Biologi siswa SMA. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan meninjau berbagai jurnal ilmiah yang relevan. Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan temuan penelitian sebelumnya untuk mengidentifikasi efektivitas penerapan pembelajaran berbasis STEM, faktor yang memengaruhi minat dan hasil belajar siswa, serta tantangan dalam implementasinya. Hasil kajian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar, meningkatkan keterampilan berpikir kritis, serta menghubungkan konsep Biologi dengan kehidupan nyata. Beberapa model pembelajaran seperti Project-Based Learning (PjBL) dan Discovery Learning yang dipadukan dengan pendekatan STEM menunjukkan efektivitas yang cukup signifikan dalam meningkatkan pemahaman konsep dan minat belajar siswa. Namun, implementasi pembelajaran berbasis STEM masih menghadapi tantangan seperti keterbatasan fasilitas, kesiapan pendidik, dan perbedaan karakteristik siswa. Oleh karena itu, diperlukan pelatihan bagi guru serta dukungan kebijakan untuk mengoptimalkan pembelajaran berbasis STEM di sekolah.

**Kata Kunci:** STEM, Pembelajaran Biologi, Minat Belajar, Hasil Belajar, Strategi Pembelajaran



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

### PENDAHULUAN

Pada beberapa negara maju seperti di Amerika dan Australia berupaya meningkatkan ketrampilan abad ke-21 melalui pengembangan pendidikan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Sebagai sebuah tren yang sedang berkembang dalam dunia pendidikan, pembelajaran STEM dapat digunakan untuk mengatasi situasi dunia nyata melalui sebuah desain pembelajaran berbasis masalah seperti yang telah digunakan oleh insinyur dan

ilmuan (Williams, 2011). Sains, teknologi, Teknik, dan matematika dianggap sebagai disiplin ilmu utama yang mencerminkan perkembangan situasi ekonomi negara (Eltanahy, Forawi, & Mansour, 2020). Menurut Bybee (2010) karakter dalam pembelajaran STEM adalah kemampuan siswa mengenali sebuah konsep atau pengetahuan dalam sebuah kasus. Sedangkan menurut Afriana, Permansari, & Fitriani, (2016) pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi siswa melalui integrasi pengetahuan, konsep, keterampilan secara sistematis dan membuat siswa mampu memecahkan masalah menjadi lebih baik. Pendidikan STEM menekankan pengetahuan pada masalah dunia nyata (Machuve, 2019). Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Math) merupakan salah satu metode yang dapat menggabungkan berbagai mata pelajaran. Pendidikan STEAM merupakan kemajuan dari pendidikan STEM yang memasukkan unsur artistik dalam kegiatan pembelajarannya. STEAM meningkatkan keingintahuan anak-anak dan memotivasi untuk menumbuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti pemecahan masalah, kerja sama, pembelajaran mandiri, pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis tantangan, dan penyelidikan (Windasari et al., 2022).

Bidang sains, teknologi, engineering dan matematika dapat menjadi faktor penentu dan pendorong perkembangan ekonomi, program pendidikan dan perlindungan yang kuat bagi suatu negara. Bidang tersebut diharapkan menjadi kunci sukses bagi pembangunan suatu negara, terutama negara berkembang seperti Indonesia. Untuk tetap bisa bersaing secara global, banyak negara menyerukan peningkatan studi di bidang Sains, Teknologi, Teknik dan Matematika (STEM) di semua tingkat pendidikan. Mengajar STEM di pendidikan dasar dan menengah dapat membantu siswa tertarik pada karir STEM dan membangun angkatan kerja berpendidikan STEM yang dapat digunakan untuk memenuhi tuntutan bisnis dan industri dalam ekonomi yang kompleks dan berbasis teknologi. Selanjutnya, angkatan kerja berpendidikan STEM yang bekerja dengan profesional STEM lainnya dari seluruh dunia akan dibutuhkan untuk menyelesaikan banyak masalah dan masalah global misalnya pemanasan global, polusi udara dan air bersih, air minum bersih, dan ketahanan pangan. Pembelajaran yang dilakukan guru tentu diharapkan mampu meningkatkan hasil belajar dan perilaku siswa. Perilaku siswa terdiri dari dua dimensi, yaitu *types of content behavior* (pengetahuan fakta, konsep, teori, prinsip, dan prosedur), dan *type of mental behavior* (kemampuan memahami, memecahkan masalah, berpikir kritis dan kreatif) yang merupakan perilaku mental tingkat tinggi (*the higher forms of mental behavior*) (Rusyana, 2014). Pernyataan ini bermakna bahwa proses pembelajaran siswa harus mencapai pada perubahan perilaku baik itu perilaku yang berkaitan dengan materi pelajaran, seperti pemahaman konsep, maupun perilaku yang berkaitan dengan mental anak, seperti keterampilan berpikir kritis, sehingga mampu terbangun perilaku mental tingkat tinggi untuk menghadapi tantangan-tantangan pada abad 21.

Penguasaan konsep merupakan hasil utama dari pendidikan, mencakup pengetahuan tentang kategori, klasifikasi, dan hubungan antara dua atau lebih kategori (lebih kompleks). Penguasaan konsep menjelaskan gambaran suatu peristiwa yang menjadikan seseorang mampu untuk berkomunikasi, mengklasifikasikan ide, gagasan dari suatu gambaran atau peristiwa yang terjadi. Sama halnya dengan siswa yang mampu memberikan tanggapan terhadap pertanyaan atau rangsangan yang didapatnya selama proses pembelajaran (Dahar, 2011, dalam Suranti, et al., 2016; Anderson dan Krathwol, 2015, dalam Suranti, et al, 2016; Bundu, dalam Arisanti, et al., 2016). Berpikir Kritis adalah pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus pada memutuskan apa yang diyakini atau dilakukan. Keterampilan berpikir kritis merupakan pemikiran yang bersifat selalu ingin tahu terhadap informasi yang ada untuk mencapai suatu pemahaman yang mendalam. (Yustyan, et al., 2015). Keterampilan berpikir kritis dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran biologi yang tercantum

dalam standar isi yang diantaranya adalah memupuk sikap ilmiah yaitu tidak mudah percaya tanpa ada dukungan, hasil observasi empiris, memahami konsep-konsep biologi dan penerapannya untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Keterampilan berpikir kritis menurut Facione (Yustyan et al. 2015) meliputi interpretation, analysis, inferensi, evaluation, explanation, and self-regulation.

Pengajaran biologi yang efektif harus mendorong perkembangan keterampilan kognitif, emosional, dan psikomotorik. Memilih model atau pendekatan yang sesuai akan meningkatkan proses pembelajaran. Untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa, kurikulum sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) dapat diajarkan secara inovatif di era evolusi industri 4.0 dan kebebasan pendidikan (Permasari, 2016). Metode STEM ini berfokus pada pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika empat pilar sains. Menurut penelitian, penggunaan STEM juga dapat mendukung kreativitas anak, membantu mereka mengeksplorasi informasi, dan memberikan jawaban atas masalah berdasarkan penyelidikan mereka. informasi segar (Permasari, 2016). Metode STEM memberikan siswa kesempatan untuk menghadapi kesulitan mereka dan menemukan jawabannya. Hal ini senantiasa dibina siswa agar dapat memperoleh bakatnya (Nadira, 2022). STEM sangat cocok untuk hal-hal yang memerlukan ketepatan dan pemahaman yang baik, seperti pendidikan biologi.

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan menganalisis jurnal-jurnal ilmiah yang relevan. Data dikumpulkan dari penelitian sebelumnya yang membahas strategi pembelajaran berbasis STEM dalam meningkatkan minat dan hasil belajar Biologi siswa SMA. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menyeleksi jurnal berdasarkan relevansi, kredibilitas, dan keterbaruan. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan temuan penelitian sebelumnya untuk mengidentifikasi efektivitas penerapan pembelajaran berbasis STEM, faktor yang memengaruhi minat dan hasil belajar siswa, serta tantangan dalam implementasinya. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai optimalisasi strategi pembelajaran berbasis STEM dalam meningkatkan kualitas pembelajaran Biologi di SMA.

#### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Khariyah (2019: 13-22) menjelaskan 4 aspek STEM yaitu: Science (sains) adalah ilmu yang mempelajari hukum-hukum alam yang terkait dengan fisika, kimia dan biologi, technology (teknologi) adalah keterampilan siswa dalam mengetahui bagaimana teknologi baru dikembangkan dan digunakan untuk memudahkan pekerjaan manusia, engineering (teknik) merupakan pengetahuan tentang penciptaan benda buatan manusia dan proses untuk memecahkan masalah dan yang terakhir mathematics (matematika) adalah studi tentang pola dan hubungan antara jumlah, angka, dan ruang yang digunakan untuk sains, teknologi dan teknik. Dengan keempat aspek tersebut yang diterapkan dalam pembelajaran biologi dapat membuat kesan yang bermakna untuk menghadapi kehidupan pada abad ke-21 ini. Penerapan STEM pada pembelajaran biologi yang ditelusuri saat studi kepustakaan, ditemukan beberapa diantaranya yang menggunakan pendekatan STEM. Hal itu juga dihubungkan dengan model-model pembelajaran seperti PBL., discovery learning, PjBl, dan blended learning. Pendekatan STEM tidak selalu berdiri sendiri dalam penerapannya pada pembelajaran biologi, namun terkadang dihubungkan dengan model pembelajaran.

Menurut, Yusuf dkk. (2024) dalam penelitiannya yang berjudul "Pembelajaran Project Based Learning Berpendekatan Steam Berbantuan Media Aquascape Di Sma Negeri 1 Rindi" menunjukkan terdapat peningkatan hasil belajar siswa kelas X SMA Negeri 1 Rindi sebelum dan

sesudah diterapkan model pembelajaran Project Based Learning Berpendekatan STEAM berbantuan media Aquascape. Hal ini dikarenakan model pembelajaran Project Based Learning merupakan model pembelajaran yang disarankan untuk digunakan dalam meningkatkan ketertarikan siswa terhadap kegiatan pembelajaran. Menurut (Hamidah & Citra, 2021), ketertarikan siswa terhadap kegiatan pembelajaran terlihat dari perhatian siswa yang terpusat pada saat pembelajaran yang berlangsung. Ketertarikan atau minat siswa terhadap kegiatan pembelajaran membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna dan memberikan kesan yang menyenangkan bagi siswa. Minat belajar yang besar cenderung menghasilkan prestasi yang tinggi, sebaliknya minat belajar yang kurang akan menghasilkan prestasi yang rendah (Apriliani & Panggayuh, 2018). Menurut (Anggraini & Wulandari, 2020) Model pembelajaran Project Based Learning juga mampu memberikan pengaruh terhadap peningkatan keaktifan siswa dalam pembelajaran, keaktifan siswa juga dapat mempengaruhi hasil belajar pada akhirnya.

Walaupun peningkatan hasil belajar kognitifnya belum menunjukkan hasil yang signifikan dan efektifitas penerapannya masih dalam kategori sedang, namun tidak menutup kemungkinan jika kegiatan pembelajaran dilakukan secara kontinyu dan berkesinambungan maka hasilnya akan lebih baik. Efektivitas yang berada pada kategori sedang dikarenakan siswa belum terbiasa dengan model pembelajaran yang baru, siswa juga memiliki kelemahan dalam melakukan kegiatan proyek seperti manajemen waktu, pengumpulan data, dan keterampilan dalam mengerjakan produk meskipun dikerjakan secara berkelompok (Kristanti et al., 2017). Tingkat efektivitas penerapan model pembelajaran juga dapat dipengaruhi oleh pendidik itu sendiri yang dianggap kurang siap, atau kurang mampu dalam mengelola pembelajaran agar dapat berjalan baik sesuai rencana. Selain itu menurut (Mufidah et al., 2020) faktor eksternal lain juga dapat mempengaruhi kegiatan pembelajaran berbasis proyek seperti:

1. Keterbatasan dalam sarana prasarana pendukung pembelajaran
2. Mengalami kesulitan menerapkan model PjBL untuk peserta didik dari berbagai karakteristik yang berbeda-beda, terutama jika peserta didik yang berkebutuhan khusus.
3. Mengalami kesulitan dalam menyesuaikan tema.
4. Beberapa orang tua yang kurang dapat berpartisipasi
5. Perlu kerjasama dengan orang sekitar siswa, karena banyak anak masih perlu pendampingan.

Namun jika dilihat dari segi trends terdapat peningkatan skor hasil belajar siswa berdasarkan hasil posttest setelah penerapan pembelajaran Project Based Learning berpendekatan STEAM tersebut. Hal ini dikarenakan Project Based Learning membantu siswa untuk meningkatkan kepercayaan diri dan motivasi selama pra-kegiatan, saat kegiatan, dan pasca kegiatan. Setiap fase memungkinkan siswa untuk memahami materi pembelajaran dengan baik, menerapkan dan merancang prototipe, lalu mempresentasikannya di depan kelas (Tri Kristianti & Seputro YP, 2023). Perpaduan penerapan Project Based Learning berpendekatan STEAM dapat menjadi inovasi pembelajaran yang bisa memunculkan ide-ide dan solusi kreatif dan kritis, sehingga lebih mudah dalam memecahkan suatu permasalahan. Menurut (Atip Nurwahyuni, 2023) pendekatan STEAM juga dapat meningkatkan hasil belajar siswa, hal ini disebabkan dalam pembelajaran menggunakan model STEAM dapat mengembangkan dan meningkatkan kemampuan yang ada pada setiap siswa seperti berpikir kritis dan juga kreatif, sehingga sangat direkomendasikan kepada pendidik untuk menggunakan model pembelajaran Project Based Learning berpendekatan STEAM sebagai inovasi model pembelajaran di sekolah. Pendekatan STEAM sangat relevan dengan proses berpikir berbasis proyek terutama dalam pembelajaran IPA dan Matematika (Yuliari et al., 2020).

---

Menurut Adi, S., & Meishanti, OPY (2023). dalam penelitiannya yang berjudul "Studi Literatur tentang STEM (Sains, Teknologi, Engineering, and Mathematics) dalam Pembelajaran Biologi" Perpaduan antara model *discovery learning* dan pendekatan STEM membuat respon siswa lebih mudah untuk menemukan ide-ide baru dengan baik, terampil menggunakan alat dan bahan pembelajaran, mempermudah dalam menyelesaikan masalah pembelajaran, memudahkan dalam memahami materi karena mudah diingat serta membuat lebih aktif sehingga termotivasi dalam belajar. Ketiga penelitian ini membuktikan bahwasanya penerapan pendekatan STEM pada salah satu materi pembelajaran biologi yaitu pencemaran lingkungan dengan menggunakan dua model pembelajaran yang berbeda dapat berpengaruh dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, membuat siswa lebih memahami konsep, fakta dan mengaitkan dalam kehidupan nyata sehingga mampu mendorong siswa untuk memecahkan atau menyelesaikan masalah dalam proses pembelajaran dan menarik kesimpulan dari pemahaman yang diperoleh. Penerapan PBL STEM dalam pembelajaran biologi materi pencemaran lingkungan membuat siswa antusias dalam memecahkan masalah sehingga mendorong keaktifan dalam proses pembelajaran. Dan penerapan *discovery learning* berbasis STEM dalam pembelajaran biologi materi sistem gerak memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran.

Sedangkan menurut penelitian Lutfi, Ismail dan Andi menggunakan model PjBL terintegrasi STEM pada materi pencemaran lingkungan, penerapan model PjBL terintegrasi STEM berpengaruh terhadap peningkatan literasi sains, kreativitas dan hasil belajar siswa. Data respon dari siswa terhadap penerapan PjBL STEM yaitu respon yang sangat positif serta peningkatan pada literasi sains, kreativitas serta hasil belajar juga mendapatkan respon yang positif. Penerapan PjBL STEM memberikan dampak yang baik dan efektif untuk diterapkan pada pembelajaran biologi materi pencemaran lingkungan. Pembelajaran biologi materi pencemaran lingkungan dilihat dari penelitian sangat cocok diterapkan dengan pendekatan STEM, karena dalam materi tersebut terdapat disiplin ilmu sains dengan melihat penyebab terjadinya pencemaran, disiplin ilmu teknologi, untuk menciptakan teknologi mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan teknik mencari jalan keluar dari permasalahan lingkungan dan menghitung biaya yang akan dikeluarkan untuk menyelesaikan permasalahan terkait pencemaran lingkungan.

Hasil penelitian Cahyani, dkk (2020) menunjukkan bahwa pembelajaran model PjBL dengan pendekatan STEAM memiliki pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran online. Penelitian Priantari, dkk (2020) menunjukkan bahwa pembelajaran model PjBL dengan pendekatan STEAM memiliki pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 1. Nilai Rata-Rata Berpikir Kritis Siswa**

Kelas	Nilai berpikir kritis <i>Posttest</i>
VII B (Kontrol)	70
VII A (Eksperimen)	80

Model PjBL dan pendekatan STEAM memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, sebagaimana terlihat pada tabel. Data penelitian yang disajikan di atas menunjukkan bahwa pendekatan STEAM dan model PjBL memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pembelajaran kelas eksperimen. Hal ini lebih lanjut menunjukkan bahwa STEAM meningkatkan kemampuan siswa. Menurut penelitian Hasruddin dan Lestari (2020), siswa perempuan memiliki kemampuan STEAM yang lebih tinggi secara keseluruhan daripada siswa laki-laki. Siswa perempuan memiliki skor STEAM total 70,60 persen, sedangkan siswa pria memiliki skor STEAM total 53,00 persen. Jika perbedaan gender diperhitungkan, ternyata

memasukkan STEAM ke dalam pendidikan memiliki efek berbeda pada kemampuan siswa. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada materi archaeobacteria dan eubacteria didapatkan perolehan tertinggi kemampuan STEAM adalah pada perempuan. Hal ini terjadi karena keunggulan siswa perempuan dalam science, technology, engineering, art dan mathematic. Siswa perempuan lebih cepat dan baik dalam mengetahui informasi dan teknologi, sehingga kemampuan berpikir, rancangan serta idenya juga lebih variatif. Selain itu, jika dibandingkan dengan siswa laki-laki, maka siswa perempuan memiliki tingkat imajinatif keterampilan serta kemampuan matematika yang lebih tinggi. Pada pendekatan saintifik di materi ini siswa perempuan juga lebih mendominasi. Selain pernyataan bahwa siswa perempuan memiliki lebih banyak keterampilan STEAM daripada siswa laki-laki. Hal ini karena siswa perempuan menganggap instrumen lebih serius daripada siswa laki-laki (Amin dan Suadirman, 2016).

Pelaksanaan pendekatan STEM dengan kurikulum di Indonesia bukanlah suatu hal mudah. Pelaksanaan ini menuntut kreativitas dan kecakapan pendidik untuk memadukan antara proses pembelajaran berdasarkan kurikulum dengan aspek-aspek disiplin ilmu STEM sehingga hasil pembelajaran dapat menciptakan siswa yang siap menghadapi dunia abad ke-21. Tujuan pembelajaran STEM itu sendiri, menurut Bybee dalam konteks pendidikan dasar dan menengah untuk mengembangkan siswa yang melek STEM yang mempunyai pengetahuan, sikap dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam kehidupan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti terkait isu-isu STEM, memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai bentuk pengetahuan, menjelaskan fenomena alam, mendesain gagasan manusia, kesadaran bagaimana disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural atau terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (Bybee, 2013) Dari penelitian juga memberikan dampak yang hampir sama dengan tujuan ini. Terkait dalam penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran, menurut Rifandi, Y L Rahmi dan E S Indrawati mengatakan bahwa persepsi guru terhadap penerapan STEM menunjukkan persepsi yang positif dan pendidik setuju untuk digunakan dalam kurikulum karena cocok dalam semua mata pelajaran dan jenjang pendidikan, namun dibutuhkan sosialisasi untuk proses penerapan STEM ini dalam pembelajaran (Indrawanti, 2020).

## **KESIMPULAN**

Pembelajaran berbasis STEM terbukti efektif dalam meningkatkan minat dan hasil belajar siswa SMA pada mata pelajaran Biologi. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk lebih aktif, berpikir kritis, serta menghubungkan konsep Biologi dengan kehidupan nyata. Berbagai model pembelajaran seperti Project-Based Learning (PjBL) dan Discovery Learning yang dipadukan dengan STEM memberikan hasil yang positif dalam meningkatkan keterampilan berpikir siswa serta pemahaman terhadap materi. Namun, implementasi pembelajaran berbasis STEM masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan sarana dan prasarana, kesiapan pendidik dalam mengelola pembelajaran berbasis STEM, serta karakteristik siswa yang beragam. Oleh karena itu, diperlukan upaya lebih lanjut berupa pelatihan bagi guru, penyediaan fasilitas yang memadai, serta dukungan kebijakan pendidikan agar pembelajaran berbasis STEM dapat diterapkan secara optimal dan berkelanjutan di sekolah.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Adi, S., & Meishanti, OPY (2023). Studi Literatur tentang STEM (Sains, Teknologi, Engineering, and Mathematics) dalam Pembelajaran Biologi. *EDUSCOPE: Jurnal Pendidikan, Pembelajaran, dan Teknologi*, 9 (1), 88-101.

- Afifah, AN, Ilmiyati, N., & Toto, T. (2019). Model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) berbasis STEM untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi* , 11 (2), 73-78.
- Aninda, A., Permanasari, A., & Ardianto, D. (2020). Implementasi pembelajaran berbasis proyek pada materi pencemaran lingkungan untuk meningkatkan literasi batang siswa sma. *Jurnal pendidikan dan praktik sains* , 3 (2), 1-16.
- Azis, I. S., & Munawar, M. (2023). Implementasi Media Pembelajaran Robokids Berbasis STEAM Untuk Meningkatkan Minat Belajar Dan Prestasi Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(3), 1300-1310.
- Pakpahan, H. R., Sari, J. K., Ramadina, M., Warman, M. S., & Fitri, R. (2023). Pengaruh Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa di Padang Pada Pembelajaran Biologi. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 3, No. 2, pp. 1349-1356).
- Syarah, M. M., Rahmi, Y. L., & Darussyamsu, R. (2021). Analisis Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal BIO-EDU*, 6(3), 1260.
- Wandrani, A., Wau, A., Putri, EI, & Fitri, R. (2022). Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) pada Pembelajaran Biologi. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 2, No. 2, pp. 938-946).
- Yusuf, H., Dwi, IGAAN, & Artayani, LDJ (2024). Pembelajaran Project Based Learning Berpendekatan Steam Berbantuan Media Aquascape di SMA Negeri 1 Rindi. *Suluh Pendidikan: Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan* , 22 (1), 14-22.