



## Implementasi pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi sistem ekskresi

Rika Ayunta Dwilian<sup>a, 1</sup>; Wachidatul Linda Yuhanna<sup>b, 2, \*</sup>; R. Bekti Kiswardianta<sup>b, 3</sup>

<sup>a</sup> Program Profesi Guru, Universitas PGRI Madiun, Madiun, Indonesia

<sup>b</sup> Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Madiun, Madiun, Indonesia

<sup>1</sup> [ppg.rikaayuntadwilian77@program.belajar.id](mailto:ppg.rikaayuntadwilian77@program.belajar.id); <sup>2</sup> [linda.yuhanna@unipma.ac.id](mailto:linda.yuhanna@unipma.ac.id);

<sup>3</sup> [kiswardianta@unipma.ac.id](mailto:kiswardianta@unipma.ac.id)

\* Penulis koresponden

### INFORMASI ARTIKEL

### ABSTRAK

#### Riwayat artikel

Dikirim

20 Mei 2025

Revisi

17 Juni 2025

Diterima

25 Juni 2025

#### Kata kunci

Kemampuan berpikir kritis

Sistem ekskresi

STEM

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan abad ke-21 yang harus dikembangkan dalam pembelajaran Biologi di sekolah. Materi sistem ekskresi bersifat kompleks dan melibatkan proses fisiologis tingkat tinggi, sering kali menantang untuk dipahami secara konseptual. Pendekatan STEM dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis penerapan pendekatan STEM pada pembelajaran Biologi materi sistem ekskresi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Metode penelitian adalah Penelitian Tindakan Kelas (PTK), yang dilakukan di SMA N 1 Ngadirojo pada kelas XI MIPA 2 yang berjumlah 32 peserta didik. Penelitian dilakukan dua siklus pembelajaran. Teknik analisis data menggunakan deskriptif kualitatif. Hasil penelitian adalah terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis dari pra siklus ke siklus I sebanyak 24%. Peningkatan kemampuan berpikir kritis dari siklus I ke siklus II sebanyak 26%. Kesimpulan dari PTK ini adalah pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XI MIPA 2 SMAN 1 Ngadirojo. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah adanya integrasi pendekatan STEM pada model pembelajaran tertentu dan implementasinya untuk meningkatkan kompetensi lain peserta didik.

**Keywords:**

Critical thinking ability  
Excretory system  
STEM

**ABSTRACT**

**Implementation of the STEM approach to improve students' critical thinking skills on excretory system material.** Critical thinking skills are one of the 21st century skills that must be developed in Biology learning in schools. The excretory system material is complex and involves high-level physiological processes, often challenging to understand conceptually. The STEM approach can be used to improve students' critical thinking skills. The purpose of this study was to analyze the application of the STEM approach to Biology learning on the excretory system material to improve students' critical thinking skills. The research method was Classroom Action Research (CAR), which was conducted at SMA N 1 Ngadirojo in class XI MIPA 2, totaling 32 students. The study was conducted in two learning cycles. The data analysis technique used qualitative descriptive. The results of the study were an increase in critical thinking skills from pre-cycle to cycle I by 24%. An increase in critical thinking skills from cycle I to cycle II by 26%. The conclusion of this CAR is that the STEM approach can improve the critical thinking skills of class XI MIPA 2 students of SMAN 1 Ngadirojo. Recommendations for further research are the integration of the STEM approach in certain learning models and its implementation to improve other competencies of students.

© 2025 The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, CC-BY-4.0, which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



---

**Pendahuluan**

Peningkatan kualitas pendidikan dimulai dari pembelajaran yang efektif dan berpusat pada peserta didik. Keefektifan proses pembelajaran dipengaruhi beberapa faktor, yakni metode, media pembelajaran, bahan ajar, model pembelajaran dan pendekatan pembelajaran (Yuhanna et al., 2017). Penerapan berbagai pendekatan pembelajaran, seperti pendekatan saintifik, pendekatan konstruktivisme, dan pendekatan konsep dilakukan agar pembelajaran dapat menumbuhkan keberhasilan sesuai yang diharapkan. Tantangan pendidikan abad 21 memfokuskan pada kompetensi *critical thinking* (berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), dan *creativity* (kreativitas) (Dukalang, 2018). Keterampilan berpikir kritis menjadi tantangan bagi pendidik untuk melatih peserta didik mengembangkan skill tersebut. Peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis tinggi diharapkan mampu memecahkan permasalahan dan mampu untuk menghadapi tantangan.

Implementasi Kurikulum Merdeka merupakan usaha untuk yang dilakukan sebagai strategi dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Capaian Pembelajaran tidak terlepas dari keterampilan berpikir kritis, bertindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret sebagai pengembangan dari melalui kegiatan mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyaji, menalar, dan mencipta secara mandiri sesuai dengan bakat dan minatnya (Andajani, 2022; Damayanti et al., 2023).

Keterampilan berpikir kritis pada kurikulum merdeka dilakukan melalui pembelajaran terdiferensiasi, *problem based learning* dan *project based learning* (Fuadi et al., 2023).

Upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, guru perlu memfasilitasi peserta didik untuk menjadi pemikir dan pemecah masalah (*critical thinking & problem solving*) dengan cara memberikan suatu masalah yang membuat peserta didik menggunakan kemampuan berpikir kreativitasnya (Safriana et al., 2023). Masalah yang dimaksud yaitu mengenai soal yang dibuat oleh guru, dan peserta didik dapat menafsirkan solusi dari soal tersebut. Menafsirkan solusi artinya peserta didik tidak hanya menelaah soal dengan menjawab, namun mampu untuk berpikir kritis untuk memecahkan suatu permasalahan dalam soal tersebut. Keterampilan berpikir kritis merupakan potensi yang dimiliki setiap individu, dapat ditingkatkan, diukur, dilatih, dan dikembangkan (Misbah et al., 2018). Untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan dengan mengaitkan materi pembelajaran dengan pengalaman nyata peserta didik di lingkungan sehari-hari. Sehingga perlu dirancang strategi pembelajaran yang memungkinkan pengembangan keterampilan berpikir kritis dari peserta didik. Strategi memiliki dampak pada daya tangkap peserta didik terhadap hal yang dipelajari (Susilawati et al., 2020).

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di salah satu sekolah menengah di Kabupaten Pacitan, diperoleh fakta bahwa peserta didik mengalami kesulitan mempelajari materi sistem ekskresi mata pelajaran biologi karena mengandung banyak istilah asing dan banyak yang harus dihafal. Peserta didik menganggap pelajaran biologi merupakan mata pelajaran yang cukup sulit, karena materi yang sangat padat, dan terdapat istilah-istilah asing yang cukup sulit dimengerti. Hal ini menimbulkan paradigma bagi peserta didik bahwa mata pelajaran biologi terkesan sulit, banyak hafalan, dan cenderung membosankan (Hesti et al., 2023; Purwanti, 2024). Permasalahan ini menimbulkan sebagian peserta didik belum mampu untuk berpikir kritis dalam memecahkan permasalahan yang diberikan oleh guru. Kemampuan berpikir kritis peserta didik juga rendah saat mengerjakan soal berbasis HOTS. Soal dengan penyelesaian masalah, belum banyak mengeksplorasi jawaban peserta didik.

Hasil observasi juga mendapati bahwa guru sudah menerapkan pendekatan saintifik sesuai dengan standar kompetensi lulusan pada Kurikulum Merdeka, namun hasil belajar peserta didik belum optimal. Ketercapaian hasil belajar Biologi pada peserta didik SMA dipengaruhi oleh faktor internal seperti rendahnya minat, motivasi belajar dan kesiapan belajar (Hasanah & Fitria, 2021; Yulianti et al., 2023). Salah satu cara untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran biologi yakni menggunakan pendekatan dan model pembelajaran yang inovatif dan menarik. Pengembangan pembelajaran biologi membutuhkan pendekatan yang mampu meningkatkan prestasi peserta didik (Lasminawati et al., 2023; Yuhanna et al., 2017).

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan abad ke-21 yang harus dikembangkan dalam proses pembelajaran di sekolah, khususnya pada mata pelajaran Biologi. Materi sistem ekskresi, yang bersifat kompleks dan melibatkan proses fisiologis tingkat tinggi, seringkali menantang untuk dipahami secara konseptual. Untuk menjembatani tantangan ini, pendekatan *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* menjadi strategi yang relevan dan efektif. Pendekatan STEM terbukti mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik dalam kemampuan berpikir kritis (Chen & Lin, 2018; Kang, 2019). Pembelajaran yang mengimplementasikan pendekatan STEM merupakan salah satu kunci efektif yang menghubungkan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika kepada peserta didik dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis matematis. Implementasi STEM terbukti efektif untuk

menghasilkan lulusan yang mempunyai potensi dalam menghasilkan tenaga kerja mendatang yang kompetitif di era revolusi industri abad ke 21 (Hacioglu & Gulhan, 2021).

Perancangan STEM digunakan untuk mengembangkan berbagai keterampilan abad ke-21 yang dapat dimanfaatkan dalam semua bidang kehidupan sehari-hari, seperti penalaran, pemecahan masalah, pemikiran kritis, keterampilan kreatif dan investigasi, pembelajaran mandiri, literasi teknologi, kerjasama tim dan kolaborasi, dan keterampilan-keterampilan lainnya. Pembelajaran STEM dipadukan dengan berbagai mata pelajaran ke dalam kurikulum terpadu seperti kejadian yang dialami di dunia nyata (Rizaldi et al., 2020). Pembelajaran berbasis STEM meningkatkan pemahaman peserta didik mengenai cara kerja dan meningkatkan penggunaan teknologi. STEM dapat membantu mengintegrasikan pembelajaran, dimana sains merupakan kerangka pengetahuan dan juga proses yang memunculkan pengetahuan baru (Kang, 2019). Produk teknologi merupakan wujud nyata dari produk ilmiah dan proses rekayasa. Rekayasa merupakan kerangka pengetahuan mengenai desain dan produk buatan manusia yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan. Pengetahuan matematika dan cara berpikir ini diperlukan dalam disiplin ilmu, teknik dan teknologi. Pembelajaran Biologi berorientasi STEM meningkatkan keterampilan kolaborasi dan persepsi positif peserta didik terhadap pelajaran Biologi. Peserta didik menunjukkan peningkatan kemampuan bekerja dalam tim dan memiliki pandangan yang lebih positif terhadap mata pelajaran Biologi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis penerapan pendekatan STEM pada pembelajaran Biologi materi sistem ekskresi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

### **Metode**

Jenis penelitian yang digunakan untuk penelitian ini adalah Penelitian Tindakan Kelas (*Classroom Action Research*). Tempat penelitian di SMAN 1 Ngadirojo Kabupaten Pacitan. Penelitian dilakukan pada bulan April 2024 dengan 2 siklus pembelajaran. Subjek penelitian yaitu peserta didik di kelas XI MIPA 2 yang berjumlah 32 peserta didik dengan jumlah laki-laki 12 orang dan perempuan 20 orang.

Penelitian tindakan kelas menggunakan empat tahap penting yaitu perencanaan, tindakan, observasi dan refleksi (Putri et al., 2023). Perencanaan dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu pokok bahasan yang akan dilaksanakan pada aktivitas pembelajaran dengan mencari Capaian pembelajaran. Selanjutnya diintegrasikan dalam modul ajar yang harus dicapai dengan menggunakan pendekatan STEM. Pelaksanaan tindakan yang dilakukan dengan pembelajaran dengan pendekatan STEM pada materi sistem ekskresi di kelas XI MIPA 2. Tahap observasi dilaksanakan oleh observer (guru mapel) untuk mengamati jalannya aktivitas selama pembelajaran berlangsung. Tahapan ini berperan membantu peneliti memperoleh gambaran jelas terhadap masalah yang ditemukan di dalam kelas yang diteliti. Tahapan refleksi tidak hanya dilakukan setelah pelaksanaan tindakan selesai dilakukan, namun dilakukan setiap tahap dalam pelaksanaan tindakan yang dilakukan. Tujuannya untuk memenuhi kebutuhan revisi dari saran maupun masukan dosen atau guru pamong.

Pendekatan penelitian adalah kualitatif. Data yang diperoleh dari penelitian ini berupa data kualitatif dengan teknik tes secara tertulis yang berupa hasil kuis posttest yang dilakukan pada akhir aktivitas pembelajaran di siklus I dan siklus II. Ketercapaian tujuan dirumuskan pada indikator keberhasilan PTK dengan adanya peningkatan hasil belajar (posttest) pada materi sistem ekskresi. Keberhasilan pembelajaran mata pelajaran biologi dilihat dari batas nilai kriteria ketuntasan minimal (KKM) yaitu 70, dengan menerapkan pendekatan pembelajaran STEM. Teknik pengumpulan data pada

penelitian ini lembar observasi yang diisi oleh observer. Kemudian menggunakan soal tes di akhir siklus I dan siklus II berupa posttest untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hasil yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan rumus I.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100 \quad (\text{I})$$

Peserta didik dianggap telah mencapai ketuntasan belajar jika nilai posttest mencapai nilai  $\geq 70$  (SKM). Kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dihitung persentasenya menggunakan rumus II.

$$\text{Presentase kemampuan berpikir kritis} = \frac{\text{Jumlah peserta didik yang tuntas}}{\text{Jumlah seluruh peserta didik}} \times 100\% \quad (\text{II})$$

Persentase kemampuan berpikir kritis selanjutnya akan diinterpretasikan menggunakan kriteria tertentu. Ketuntasan kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dinyatakan telah tercapai jika memperoleh skor ketuntasan  $\geq 75\%$ . Teknik analisis data menggunakan deskriptif kualitatif, dengan menganalisis kemampuan berpikir kritis secara individu dan klasikal untuk menghasilkan kesimpulan.

### Hasil dan pembahasan

Penelitian Tindakan Kelas dilakukan dengan menggunakan pendekatan STEM pada materi sistem ekskresi di kelas XI MIPA 2. Pelaksanaan Penelitian Tindakan Kelas dilakukan 2 siklus. Kedua siklus dilakukan masing-masing 1 kali pertemuan. Rangkaian siklus 1 dan 2 dilakukan untuk memastikan keberhasilan pendekatan pembelajaran menggunakan STEM berdasarkan hasil posttest agar tujuan penelitian tercapai. Apabila penelitian pada siklus kedua tujuan penelitian sudah dapat tercapai maka penelitian dapat dihentikan.

#### **Prasiklus**

Kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pra siklus sebagaimana gambar 1. Berdasarkan gambar 2 menunjukkan  $>50\%$  belum tuntas KKM. Peserta didik yang sudah memenuhi KKM sebanyak 14 orang dari 32 peserta didik, apabila dipersentasekan sebesar 44%. Sedangkan peserta didik yang belum memenuhi KKM sebanyak 18 orang dengan persentase sebesar 56%. Rata-rata kelas yang diperoleh peserta didik pada penilaian akhir bab sebelumnya sebesar 66. Berdasarkan persentase ketuntasan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang ditunjukkan dapat diartikan bahwa ketuntasan kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dikategorikan dengan kriteria cukup. hal ini karena peserta didik belum memiliki kemampuan berpikir kritis dalam memecahkan permasalahan untuk mengambil keputusan dalam menjawab pertanyaan soal dan belum bisa menghubungkan soal dengan konsep materi yang diperoleh saat aktivitas pembelajaran di kelas. Sehingga perlu tindakan agar kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat meningkat.

#### **Siklus I**

**Tahap Perencanaan** pada siklus I dilakukan dengan menetapkan materi yaitu sistem ekskresi. Langkah yang dilakukan pada siklus 1 adalah menyusun modul ajar, mempersiapkan materi pembelajaran sistem ekskresi terintegrasi STEM, dan menyiapkan soal tes untuk mengukur kemampuan berpikir kritis. Integrasi pendekatan STEM dilakukan pada selama proses pembelajaran yang tercermin dari modul ajar, materi dan LKPD yang digunakan. Perencanaan pembelajaran yang matang akan

memudahkan guru dalam melakukan pembelajaran dan mengorganisasikan kemampuan peserta didik yang akan dikembangkan (Tinenti et al., 2019).

**Tahap pelaksanaan tindakan** siklus I dengan mengimplementasikan pendekatan STEM. **Aspek Science**, peserta didik mempelajari struktur dan fungsi organ ekskresi, proses fisiologis (misalnya proses pembentukan urin), dan pengaruh gangguan ekskresi (seperti batu ginjal atau gagal ginjal). **Aspek Technology**, peserta didik memanfaatkan teknologi digital seperti simulasi proses filtrasi di ginjal menggunakan aplikasi interaktif atau augmented reality. **Aspek Engineering**, peserta didik ditantang untuk mendesain model sistem ekskresi, seperti prototipe sederhana alat filtrasi buatan yang menyerupai fungsi ginjal (misalnya menggunakan kertas saring, pasir, arang aktif). **Aspek Mathematics** peserta didik menghitung volume cairan filtrat, menghitung tingkat efisiensi penyaringan pada model buatan, atau menganalisis data statistik penyakit ginjal di Indonesia.

**Tahap observasi**, dilakukan dengan melihat kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hasil observasi diperoleh data kemampuan berpikir kritis peserta didik yang mencapai KKM berjumlah 22 orang dari 32 peserta didik dengan persentase sebesar 68%. Peserta didik yang belum mencapai KKM berjumlah 10 orang dengan persentase sebesar 32%. Nilai rata-rata yang diperoleh peserta didik pada implementasi di siklus 1 adalah 72. Berdasarkan kriteria ketuntasan kemampuan berpikir kritis peserta didik secara klasikal, belum mencapai kriteria yaitu 75%. Implementasi pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Irawan et al., 2022). Adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik peningkatan terutama pada aspek memecahkan permasalahan untuk mengambil sebuah keputusan yang digunakan untuk menjawab pertanyaan dari soal posttest. Peserta didik juga mampu menghubungkan soal dengan konsep materi yang diperoleh saat aktivitas pembelajaran di kelas. Namun tingkat keberhasilan dalam mengimplementasikan pendekatan STEM belum mencapai ketuntasan kemampuan berpikir kritis secara klasikal. Sehingga perlu dilanjutkan di siklus II.

**Tahap refleksi** dilakukan untuk mengevaluasi pelaksanaan pembelajaran siklus I. Hasil observasi pembelajaran pada siklus 1 adalah 1) Proses pembelajaran dengan pendekatan STEM dapat terlaksana dengan baik, 2) Peserta didik kesulitan dalam mengkaitkan *Technology* dan *Engineering* yang diberikan guru. Adapun perbaikan pada siklus II adalah pada penyampaian materi dan bahan ajar, guru memberikan pendampingan dan penjelasan mendalam pada aspek *technology* dan *engineering*, guru memberikan pendampingan cara menganalisis soal STEM untuk menemukan jawaban.

### **Siklus 2**

Pembelajaran di siklus II dilakukan sebagai perbaikan pembelajaran biologi berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada siklus I. **Tahap Perencanaan** pada siklus II dilakukan dengan menetapkan materi yaitu sistem ekskresi. Langkah yang dilakukan pada siklus 1 adalah menyusun modul ajar, mempersiapkan materi pembelajaran sistem ekskresi terintegrasi STEM, dan menyiapkan soal tes untuk mengukur kemampuan berpikir kritis. Integrasi pendekatan STEM dilakukan pada selama proses pembelajaran yang tercermin dari modul ajar, materi dan LKPD yang digunakan. Perbaikan pada tahap ini adalah adanya muatan materi *technology* dan *engineering* yang lebih mudah dipahami.

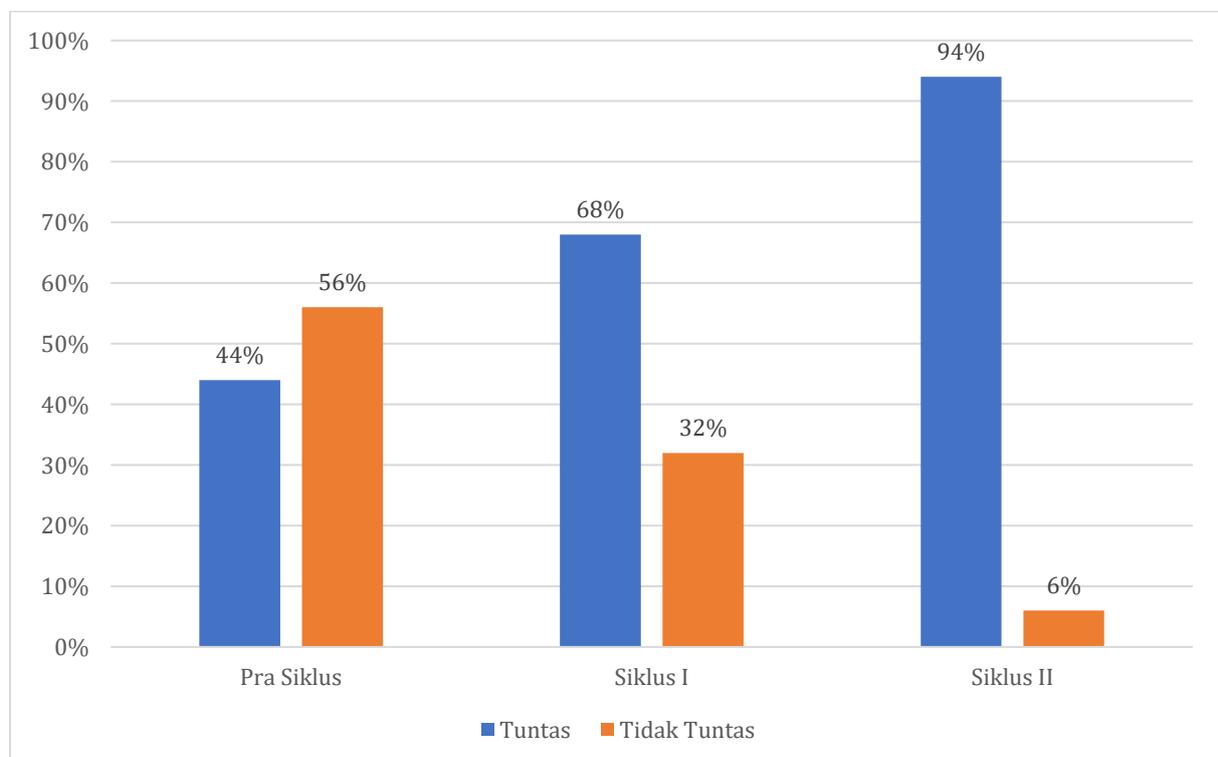
**Tahap pelaksanaan tindakan** siklus I dengan mengimplementasikan pendekatan STEM. **Aspek Science**, peserta didik mempelajari mekanisme filtrasi (glomerulus), reabsorpsi (tubulus), augmentasi (pengumpulan zat sisa). **Aspek Technology**, peserta didik menganalisis teknologi medis seperti dialisis menggantikan fungsi ginjal. **Aspek**

**Engineering**, peserta didik ditantang untuk mendesain mensimulasikan proses filtrasi seperti ginjal manusia dengan media torso. **Aspek Mathematics** peserta didik menghitung data statistik penyakit dan kelainan sistem ekskresi di Indonesia selama dua tahun terakhir.

**Tahap observasi**, dilakukan dengan melihat kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah perbaikan pembelajaran. Hasil analisis kemampuan berpikir kritis mengalami peningkatan. Peserta didik berhasil memenuhi kriteria ketuntasan minimal sebanyak 30 orang dengan persentase 94%. Peserta didik yang belum tuntas sebanyak 2 orang dengan persentase 6%. Nilai rata-rata yang diperoleh adalah 88. Persentase ketuntasan kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan kriteria tinggi.

**Tahap refleksi** menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik mengalami peningkatan yang sudah melampaui ketuntasan klasikal. Hal ini karena peserta didik sudah terbiasa dengan pembelajaran biologi terintegrasi STEM dan mampu mengolah pemikirannya dengan mengintegrasikannya pada jawaban yang menghubungkan soal dengan konsep materi. Dengan demikian pelaksanaan pembelajaran berhenti pada siklus II. Adapun peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik sebagaimana Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 pendekatan STEM terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Peningkatan dari pra siklus ke siklus I sebanyak 24%. Peningkatan kemampuan berpikir kritis dari siklus I ke siklus II sebanyak 26%. Pembelajaran STEM dapat mendorong generasi penerus bangsa untuk mampu bersaing di era globalisasi digital sehingga pembelajaran STEM perlu dikembangkan dalam setiap proses pembelajaran (Halim & Roshayanti, 2021). STEM bukan hanya pengelompokan bidang kajian, namun merupakan "perpaduan" dan pendekatan holistik untuk memecahkan masalah. Pendekatan STEM dapat membuat pengetahuan lebih bermakna apabila diintegrasikan dalam aktivitas pembelajaran (Hacioglu & Gulhan, 2021).



Gambar 1. Peningkatan kemampuan berpikir kritis dilihat dari ketuntasan belajar peserta didik di pra siklus, siklus I, dan siklus II

Pendekatan STEM mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis melalui berbagai cara. Peserta didik dilatih untuk menganalisis masalah nyata, seperti bagaimana ginjal menyaring darah atau bagaimana alat dialisis bekerja. Mereka memecah masalah menjadi bagian-bagian kecil, mengevaluasi fungsi masing-masing, dan mencari solusi berdasarkan pemahaman ilmiah. Kegiatan proyek rekayasa alat filtrasi, peserta didik harus mengembangkan solusi, menguji coba, dan mengevaluasi efektivitasnya. Proses ini mencerminkan siklus berpikir kritis: mengajukan hipotesis, menguji, dan merevisi. Penggunaan data (volume air yang difiltrasi, kejernihan, waktu filtrasi) menuntut siswa untuk berpikir logis, menginterpretasikan hasil secara ilmiah, dan menggunakan bukti untuk menyimpulkan keberhasilan atau kegagalan desain mereka.

Integrasi STEM pada aspek **Science** menunjukkan pemahaman yang cukup baik dalam mempelajari proses fisiologis sistem ekskresi, khususnya mekanisme filtrasi di glomerulus, reabsorpsi di tubulus, dan augmentasi di saluran pengumpul. Mayoritas peserta didik mampu menjelaskan tahapan proses dengan benar. Integrasi STEM aspek **Technology**, peserta didik diajak menganalisis peran mesin dialisis sebagai pengganti fungsi ginjal pada pasien gagal ginjal. Peserta didik menunjukkan minat tinggi dalam memahami prinsip kerja hemodialisis setelah menganalisis skemanya. Mereka mampu menyebutkan bagian-bagian penting mesin dialisis dan membandingkan fungsinya dengan nefron manusia. Peserta didik diberi tugas merancang dan mensimulasikan proses filtrasi ginjal dengan media torso, pipa selang, dan bahan sederhana. Aspek **Engineering** sebagian besar kelompok berhasil membangun simulasi dasar yang menunjukkan bagaimana zat sisa dipisahkan dari darah. Beberapa kelompok mengalami kesulitan dalam merepresentasikan skala dan arah aliran cairan filtrasi, yang akan diperbaiki melalui panduan lebih terstruktur pada siklus berikutnya. Aspek **Mathematic**, peserta didik mengumpulkan dan menghitung data statistik tentang prevalensi penyakit ekskresi, khususnya gagal ginjal, batu ginjal, dan infeksi saluran kemih selama dua tahun terakhir di Indonesia. Data diolah dalam bentuk tabel dan diagram batang. Hasil perhitungan persentase dan tren peningkatan kasus menunjukkan bahwa peserta didik mampu menginterpretasikan data dengan benar.

Perpaduan STEM menjadikan peserta didik mendapatkan pengetahuan utuh, memiliki keterampilan memecahkan masalah di kehidupan nyata. Pendekatan STEM mampu meningkatkan *softskill* peserta didik melalui kesabaran, kerjasama tim, dan keahlian mental lainnya yang dapat diimplementasikan dalam kepribadian mereka dan kehidupan sehari-hari. Pembelajaran STEM menjadikan peserta didik mampu memecahkan masalah, penemu, inovator, mandiri, dapat berpikir logis, terbuka dengan teknologi, mampu menghubungkan budaya dan sejarah dengan pendidikan dan menghadapi dunia kerja (Rizaldi et al., 2020)

Aktivitas pembelajaran menggunakan pendekatan STEM diimplementasikan agar peserta didik mampu menumbuhkan tingkat berpikir kritis melalui soal posttest. Soal yang dibuat dengan penyelesaian soal menggunakan pemikiran dengan level tinggi. Hal ini menjadikan peserta didik mampu berpikir kritis untuk mencari, menghubungkan dan memperoleh konsep dari materi yang sudah dipelajari. Peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir kritis akan mencari, menganalisis dan mengevaluasi informasi, membuat kesimpulan berdasarkan fakta kemudian melakukan pengambilan Keputusan (Mu'minah & Suryaningsih, 2020).

Pembelajaran menggunakan pendekatan STEM terkait dengan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Aktivitas peserta didik mencari, menganalisis dan mengevaluasi informasi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pengambilan keputusan. Sesuai dengan penelitian Susilawati et al. (2020) bahwa berpikir

kritis merupakan kemampuan kognitif dalam menetapkan suatu keputusan atau kesimpulan berdasarkan alasan logis dan disertai bukti yang empiris. Kesimpulan yang dilakukan sesuai dengan penilaian berdasarkan bukti empiris. STEM menjadi suatu pendekatan dalam mengatasi permasalahan di dunia nyata dengan menuntun pola pikir peserta didik menjadi pemecah masalah, penemu, innovator, membangun kemandirian, berpikir logis, melek teknologi, dan mampu menghubungkan pendidikan STEM dengan dunia kerjanya (Kang, 2019). Ketika peserta didik sudah dibiasakan untuk berpikir bagaimana cara untuk memecahkan masalah, menemukan sesuatu yang baru, membangun kemandirian, berpikir logis dan dapat menggunakan teknologi sesuai perkembangan zaman, maka mereka menjadi lebih siap untuk menghadapi tantangan pada zaman mendatang (Appling & Giuliano, 2017). Melalui pendekatan STEM peserta didik juga dilatih merefleksi dan menganalisis dampak sosial, mendorong peserta didik berpikir kritis melalui integrasi konsep, teknologi, desain solusi, dan analisis data.

### **Simpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dianalisis, dapat disimpulkan bahwa implementasi pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XI MIPA 2 SMAN 1 Ngadirojo. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah adanya integrasi pendekatan STEM pada model pembelajaran tertentu dan implementasinya untuk meningkatkan kompetensi lain peserta didik.

### **Referensi**

- Andajani, K. (2022). Modul pembelajaran berdiferensiasi. *Mata Kuliah Inti Seminar Pendidikan Profesi Guru, 2*.
- Chen, Y. H., & Lin, Y. J. (2018). Validation of the short self-regulation questionnaire for Taiwanese college students (TSSRQ). *Frontiers in Psychology, 9*(MAR), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00259>
- Colln-Appling, C. V., & Giuliano, D. (2017). A concept analysis of critical thinking: A guide for nurse educators. *Nurse Education Today, 49*, 106–109. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.11.007>
- Damayanti, A. T., Pradana, B. E., Putri, B. P., & Laila, H. N. (2023). Literature review: Problematika kesiapan guru terhadap penerapan Kurikulum Merdeka. *Seminar Nasional Hasil Riset Dan Pengabdian, 465–471*.
- Dukalang, K. (2018). Manajemen pendidikan tinggi tantangan dan permasalahannya pada abad Ke 21. *Potret Pemikiran, 22*(1). <https://doi.org/10.30984/pp.v22i1.760>
- Fuadi, D., Widyasari, C., Prayitno, H. J., Pristi, E. D., Syaadah, H., Muliadi, M., Rohmah, N. D., Putri, A. K., Arista, A. D., Sari, D. W., Komara, O. C. R., & Elhawwa, T. (2023). Pemberdayaan guru dan fasilitator dalam pembelajaran berdeferensiasi dengan pendekatan pendidikan berpihak pada anak di Sanggar Belajar Permai Penang Malaysia. *Buletin KKN Pendidikan, 5*(2), 117–124. <https://doi.org/10.23917/bkkndik.v5i2.23049>
- Hacioglu, Y., & Gulhan, F. (2021). The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH), 7*(2), 139–155. <https://doi.org/10.21891/jeseh.771331>
- Halim, A. P., & Roshayanti, F. (2021). Analisis potensi penerapan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) pada Kurikulum 2013 bidang studi biologi SMA kelas X. *Bioeduca: Journal of Biology Education, 3*(2), 146–159. <https://doi.org/10.21580/bioeduca.v3i2.6756>

- Hasanah, M., & Fitria, Y. (2021). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan kognitif IPA pada pembelajaran tematik terpadu. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1509–1517.
- Hesti, H., Prafitasari, A., & Zunaidah, E. (2023). Penerapan media book widget untuk meningkatkan hasil belajar biologi siswa kelas XI di SMAN 2 Tanggul (Materi Sistem Reproduksi). *Jurnal Biologi*, 1(2), 1–12.  
<https://doi.org/10.47134/biology.v1i2.1962>
- Irawan, B., Oprasmani, E., & Fernando, A. (2022). Pelatihan penerapan pendekatan STEAM dalam pembelajaran biologi bagi MGMP biologi Kota Tanjungpinang. *Jurnal Anugerah*, 3(2), 69–75. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v3i2.3881>
- Kang, N. H. (2019). A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 5(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>
- Lasminawati, E., Kusnita, Y., & Merta, I. W. (2023). Meningkatkan hasil belajar dengan pendekatan pembelajaran culturally responsive teaching model problem based learning. *Journal of Science and Education Research*, 2(2), 44–48.  
<https://doi.org/10.62759/jser.v2i2.49>
- Misbah, M., Mahtari, S., Wati, M., & Harto, M. (2018). Analysis of students' critical thinking skills in dynamic electrical analysis keterampilan berpikir kritis siswa pada materi listrik. *Kasuari: Physics Education Journal*, 1(2), 103–110.
- Mu'minah, I. H., & Suryaningsih, Y.-. (2020). Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) dalam pembelajaran abad 21. *BIO EDUCATIO: (The Journal of Science and Biology Education)*, 5(1), 1365–1375.  
<https://doi.org/10.31949/be.v5i1.2105>
- Purwanti, I. (2024). Pengembangan media Kanobi (Kartu Uno Biologi) untuk melatih keterampilan berpikir analisis peserta didik Kelas XI SMA pada materi sel. *BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(1), 187–196.
- Putri, R. D., Yuhanna, W. L., & Kaminah, K. (2023). Implementasi project based learning terintegrasi poster untuk meningkatkan kemampuan kognitif dan kreativitas peserta didik kelas III SDN Hargosari 2. *Jurnal Pendidikan Guru*, 4(3), 249–260.
- Rizaldi, D. R., Nurhayati, E., & Fatimah, Z. (2020). The correlation of digital literation and STEM integration to improve Indonesian students' skills in 21st century. *International Journal of Asian Education*, 1(2), 73–80.  
<https://doi.org/10.46966/ijae.v1i2.36>
- Safriana, S., Irfan, A., & Iramadhani, D. (2023). Pendampingan creative teachers berbasis lesson study bagi guru IPA dalam implementasi Kurikulum Merdeka Belajar. *Community Development Journal*, 4(4), 9346–9351.  
<http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/cdj/article/view/18712>
- Susilawati, E., Agustinasari, A., Samsudin, A., & Siahaan, P. (2020). Analisis tingkat keterampilan berpikir kritis siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 11–16. <https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1453>
- Tinenti, Y. R., Baunsele, A. B., Missa, H., & Tangi, H. (2019). Pemberdayaan guru dalam pengembangan perangkat pembelajaran IPA SMP tahap lesson plan dalam sistim LSLC. *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, 3(2), 234–242.  
<https://doi.org/10.37859/jpumri.v3i2.1446>

- Yuhanna, W. L., Retno, R. S., & Juwanita, J. (2017). Implementasi pembelajaran “Inquiry Small Research” untuk meningkatkan sikap ilmiah dan prestasi belajar mahasiswa pendidikan biologi. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 3(2), 71–77.  
<https://doi.org/10.19109/bioilmi.v3i2.1397>
- Yulianti, M., Retno, R. S., & Kusumawati, N. (2023). Pengembangan media flipbook digital berbasis literasi sains materi mengubah bentuk energi pada siswa kelas IV SDN 02 Pandean. *Al-Madrasah: Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 7(3), 1432.  
<https://doi.org/10.35931/am.v7i3.2559>