

EFEKTIVITAS IMPLEMENTASI CHATGPT TERINTEGRASI STEM DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Muhammad Fuad¹⁾, Risqah Amaliah Kasman²⁾, Herwandi³⁾

^{1), 2), 3)} *Institut Teknologi dan Kesehatan Permata Ilmu Maros, Maros, Indonesia*

e-mail¹⁾: muhammadfuad@itkpi.ac.id

e-mail²⁾: risqahamaliahkasman@itkpi.ac.id

e-mail³⁾: herwandi@itkpi.ac.id

Abstract. Critical thinking is one of the essential 21st-century competencies that should be fostered through biology learning. However, classroom instruction remains predominantly teacher-centered, limiting students' opportunities to develop higher-order thinking skills. This study aimed to analyze the effectiveness of ChatGPT-integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) learning in improving students' critical thinking skills in biology. A quantitative approach with a quasi-experimental design employing a pretest–posttest control group design was used. The study involved 66 tenth-grade students from SMA Pergis Maros, divided equally into an experimental group and a control group. The experimental group received biology instruction through ChatGPT-integrated STEM learning, while the control group was taught using conventional instruction. Data were collected using a critical thinking test administered before and after the intervention and analyzed through descriptive statistics, normality and homogeneity tests, an independent samples *t*-test, gain score analysis, and simple linear regression. The results revealed that the experimental group achieved a higher posttest mean score (80.70) than the control group (70.28), with gain scores of 19.58 and 9.69, respectively. The independent samples *t*-test indicated a statistically significant difference between the two groups ($t = 10.33$, $p < 0.05$), demonstrating that ChatGPT-integrated STEM learning effectively enhanced students' critical thinking skills. Therefore, integrating ChatGPT as an artificial intelligence learning assistant within STEM-based biology instruction represents an innovative and effective instructional strategy for promoting critical thinking and improving the quality of biology learning.

Keywords: ChatGPT; STEM Education; Biology Learning; Critical Thinking Skills; Artificial Intelligence

Abstrak. Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi abad ke-21 yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran Biologi. Namun, pembelajaran di sekolah masih cenderung berpusat pada guru sehingga belum mampu mengoptimalkan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas integrasi ChatGPT berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dalam pembelajaran Biologi terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi experiment tipe Pretest–Posttest Control Group Design. Sampel penelitian terdiri atas 66 siswa kelas X SMA Pergis Maros yang dibagi menjadi kelas eksperimen dan kelas kontrol masing-masing sebanyak 33 siswa. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran Biologi melalui integrasi ChatGPT berbasis STEM, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran konvensional. Data dikumpulkan menggunakan tes kemampuan berpikir kritis yang diberikan sebelum dan sesudah perlakuan, kemudian dianalisis secara deskriptif dan inferensial menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, Independent Samples *t*-test, gain score, dan regresi linear. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai posttest kelas eksperimen (80,70) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (70,28), dengan gain score masing-masing sebesar 19,58 dan 9,69. Hasil uji Independent Samples *t*-test menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok ($t = 10,33$; $p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa integrasi ChatGPT berbasis STEM secara efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Dengan demikian, integrasi ChatGPT sebagai artificial intelligence learning assistant dalam pembelajaran berbasis STEM dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran Biologi sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Kata kunci: ChatGPT; STEM; Pembelajaran Biologi; Berpikir Kritis; Kecerdasan Buatan

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital yang semakin pesat telah membawa perubahan mendasar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Transformasi digital mendorong lahirnya berbagai inovasi pembelajaran yang memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan (AI) sebagai sarana untuk meningkatkan kualitas proses belajar mengajar[1]. Integrasi teknologi dalam pendidikan tidak lagi sekadar berfungsi sebagai media penyampaian informasi, tetapi telah berkembang menjadi lingkungan belajar yang mampu memfasilitasi pembelajaran yang adaptif, interaktif, dan berpusat pada peserta didik[2]. Kondisi ini sejalan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan penguasaan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kreativitas, komunikasi, kolaborasi, serta literasi digital sebagai kompetensi utama yang harus dimiliki peserta didik[3].

Salah satu perkembangan AI yang saat ini banyak dimanfaatkan dalam dunia pendidikan adalah ChatGPT. Sebagai model bahasa berbasis kecerdasan buatan, ChatGPT mampu menghasilkan respons yang cepat, memberikan penjelasan konseptual, memfasilitasi diskusi, membantu penyelesaian masalah, hingga memberikan umpan balik secara langsung kepada peserta didik[4]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ChatGPT dapat meningkatkan motivasi belajar, memperkuat pemahaman konsep, serta mendukung pembelajaran yang lebih personal dan mandiri[5][6][7]. Kehadiran teknologi ini membuka peluang baru bagi pendidik untuk menciptakan pembelajaran yang lebih fleksibel, kontekstual, dan berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi[8].

Meskipun demikian, pemanfaatan ChatGPT dalam pembelajaran tidak akan memberikan hasil yang optimal apabila hanya digunakan sebagai sumber informasi. Penggunaan AI perlu diintegrasikan dengan pendekatan pembelajaran yang mampu mendorong peserta didik melakukan eksplorasi, analisis, pemecahan masalah, serta pengambilan keputusan berdasarkan bukti ilmiah[9]. Salah satu pendekatan yang relevan adalah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pendekatan STEM menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran melalui penyelesaian masalah nyata yang mengintegrasikan konsep-konsep sains dengan pemanfaatan teknologi, rekayasa, dan penalaran matematis[10]. Integrasi ChatGPT dalam pembelajaran berbasis STEM berpotensi memperkuat proses investigasi ilmiah karena peserta didik tidak hanya memperoleh informasi, tetapi juga dibimbing untuk merancang solusi, mengevaluasi berbagai alternatif, serta merefleksikan hasil pembelajaran secara kritis[11][12].

Pembelajaran Biologi merupakan salah satu mata pelajaran yang sangat sesuai untuk menerapkan integrasi ChatGPT berbasis STEM. Biologi mempelajari berbagai fenomena alam yang kompleks, membutuhkan kemampuan menghubungkan berbagai konsep, melakukan observasi, menganalisis data, serta menyusun kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah[13]. Oleh karena itu, pembelajaran Biologi tidak cukup hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga harus mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kemampuan berpikir kritis menjadi salah satu kompetensi penting karena memungkinkan peserta didik mengevaluasi informasi, mengidentifikasi permasalahan, memberikan argumentasi yang logis, serta mengambil keputusan secara rasional dalam menghadapi berbagai persoalan ilmiah maupun kehidupan sehari-hari[14].

Pada kenyataannya, kemampuan berpikir kritis peserta didik masih menjadi tantangan dalam pembelajaran Biologi. Proses pembelajaran di sekolah masih didominasi oleh metode konvensional yang berpusat pada guru sehingga peserta didik lebih banyak menerima informasi daripada membangun pengetahuannya sendiri. Akibatnya, kesempatan peserta didik untuk melakukan investigasi, mengajukan pertanyaan, mengevaluasi informasi, maupun mengembangkan argumentasi ilmiah masih relatif terbatas. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan berpikir kritis belum berkembang secara optimal meskipun berbagai teknologi pembelajaran telah tersedia[15].

Berdasarkan hasil observasi awal di SMA Pergis Maros, pembelajaran Biologi telah memanfaatkan berbagai media digital, namun penggunaan teknologi kecerdasan buatan sebagai bagian dari strategi pembelajaran masih belum terintegrasi secara sistematis dengan pendekatan STEM. Pembelajaran masih

lebih banyak berorientasi pada penyampaian materi dan penyelesaian soal, sehingga aktivitas peserta didik dalam mengeksplorasi konsep, memecahkan masalah kontekstual, serta mengembangkan penalaran ilmiah belum berlangsung secara optimal. Kondisi ini menunjukkan perlunya inovasi pembelajaran yang mampu mengombinasikan keunggulan teknologi AI dengan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik.

Berbagai penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa penggunaan ChatGPT memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar maupun kemampuan berpikir kritis peserta didik[16-20]. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih menempatkan ChatGPT sebagai media atau alat bantu pembelajaran secara umum. Penelitian yang secara khusus mengintegrasikan ChatGPT dengan pendekatan STEM dalam pembelajaran Biologi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, khususnya pada jenjang sekolah menengah atas, masih relatif terbatas. Dengan demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian mengenai efektivitas integrasi ChatGPT berbasis STEM dalam menciptakan pengalaman belajar yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara lebih komprehensif.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas integrasi ChatGPT berbasis STEM dalam pembelajaran Biologi terhadap kemampuan berpikir kritis siswa di SMA Pergis Maros. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris mengenai pemanfaatan kecerdasan buatan yang dipadukan dengan pendekatan STEM sebagai alternatif pembelajaran inovatif yang mampu meningkatkan kualitas pembelajaran Biologi sekaligus mengembangkan kompetensi abad ke-21 peserta didik.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian quasi experiment menggunakan desain Pretest–Posttest Control Group Design. Desain ini dipilih karena memungkinkan peneliti membandingkan perubahan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tanpa melakukan pengacakan subjek secara penuh. Materi Biologi kelas X yang digunakan dalam penelitian ini adalah pencemaran lingkungan, karena materi tersebut paling sesuai dengan pendekatan STEM. Materi ini bersifat kontekstual, dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa, dan memungkinkan integrasi konsep sains, teknologi, rekayasa, serta matematika dalam pemecahan masalah lingkungan secara nyata. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran Biologi melalui integrasi ChatGPT berbasis STEM, sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran Biologi menggunakan model pembelajaran yang biasa diterapkan oleh guru.

Penelitian dilaksanakan pada semester genap Tahun Pelajaran 2024/2025 di SMA Pergis Maros, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X SMA Pergis Maros. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan mempertimbangkan kesetaraan kemampuan akademik, karakteristik siswa, serta rekomendasi guru mata pelajaran Biologi. Sampel penelitian terdiri atas dua kelas, yaitu satu kelas sebagai kelas eksperimen dan satu kelas sebagai kelas kontrol. Masing-masing kelas terdiri atas 33 siswa, sehingga jumlah keseluruhan sampel sebanyak 66 siswa.

Pembelajaran pada kelas eksperimen dilaksanakan menggunakan pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) yang diintegrasikan dengan pemanfaatan ChatGPT sebagai *Artificial Intelligence learning assistant*. Pada tahap Science, siswa mengidentifikasi konsep-konsep Biologi yang berkaitan dengan pencemaran lingkungan, seperti sumber pencemar, dampak pencemaran terhadap ekosistem, serta hubungan antara aktivitas manusia dan kerusakan lingkungan. Pada tahap Technology, siswa memanfaatkan ChatGPT untuk memperoleh informasi ilmiah, mengklarifikasi konsep, dan mengeksplorasi berbagai alternatif solusi terhadap permasalahan pencemaran lingkungan. Tahap Engineering dilakukan melalui kegiatan merancang solusi sederhana dan aplikatif, seperti model penyaring air, sistem pengelolaan sampah, atau rancangan kampanye pengurangan limbah di lingkungan sekolah. Tahap Mathematics digunakan untuk menganalisis data hasil pengamatan, menghitung tingkat pencemaran, membandingkan hasil pengukuran, dan menginterpretasikan data secara kuantitatif. Seluruh aktivitas pembelajaran dirancang untuk mendorong kemampuan berpikir kritis siswa melalui proses analisis,

evaluasi, inferensi, penjelasan, dan pengambilan keputusan. Sementara itu, kelas kontrol memperoleh pembelajaran menggunakan metode konvensional yang berpusat pada guru melalui kegiatan ceramah, tanya jawab, diskusi sederhana, dan latihan soal tanpa pemanfaatan ChatGPT maupun pendekatan STEM secara terintegrasi.

Instrumen penelitian berupa tes kemampuan berpikir kritis berbentuk soal uraian yang disusun berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis yang meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri. Instrumen terlebih dahulu melalui proses validasi isi oleh ahli pendidikan Biologi dan ahli evaluasi pembelajaran. Selanjutnya dilakukan uji coba instrumen untuk mengetahui validitas empiris, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda soal sehingga layak digunakan dalam penelitian. Pengumpulan data dilakukan melalui pemberian pretest sebelum perlakuan untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis siswa dan posttest setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai dilaksanakan untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis. Selain tes, dilakukan observasi keterlaksanaan pembelajaran untuk memastikan implementasi integrasi ChatGPT berbasis STEM berjalan sesuai dengan sintaks yang telah dirancang.

Analisis data dilakukan secara bertahap menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics. Analisis diawali dengan statistik deskriptif untuk memperoleh nilai rata-rata, standar deviasi, nilai maksimum, dan nilai minimum. Selanjutnya dilakukan uji prasyarat analisis berupa uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov dan uji homogenitas menggunakan Levene's Test. Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan Independent Samples t-test untuk mengetahui perbedaan kemampuan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah perlakuan. Besarnya peningkatan kemampuan berpikir kritis dianalisis menggunakan skor gain, sedangkan hubungan antara kemampuan awal dan kemampuan akhir siswa dianalisis menggunakan regresi linear sederhana. Seluruh pengujian statistik dilakukan pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas integrasi ChatGPT berbasis STEM dalam pembelajaran Biologi terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA Pergis Maros. Penelitian melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran menggunakan integrasi ChatGPT berbasis STEM dan kelas kontrol yang memperoleh pembelajaran konvensional. Masing-masing kelas terdiri atas 33 siswa. Kemampuan berpikir kritis diukur melalui tes sebelum pembelajaran (*pretest*) dan setelah pembelajaran (*posttest*).

1. Deskripsi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa kemampuan awal berpikir kritis siswa pada kedua kelompok relatif setara. Rata-rata nilai pretest kelas eksperimen sebesar 61,12, sedangkan kelas kontrol sebesar 60,59. Kesamaan kemampuan awal ini menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki kondisi akademik yang relatif seimbang sebelum diberikan perlakuan.

Setelah proses pembelajaran berlangsung, terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kedua kelompok. Namun demikian, peningkatan yang diperoleh kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Nilai rata-rata posttest kelas eksperimen mencapai 80,70, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 70,28. Selain memiliki rata-rata yang lebih tinggi, kelas eksperimen juga menunjukkan penyebaran nilai yang lebih homogen dengan standar deviasi sebesar 3,43, lebih rendah dibandingkan kelas kontrol sebesar 4,63. Hal tersebut menunjukkan bahwa integrasi ChatGPT berbasis STEM tidak hanya meningkatkan

kemampuan berpikir kritis, tetapi juga memberikan peningkatan yang relatif merata pada sebagian besar siswa.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Kemampuan Berpikir Kritis

Kelompok	Pretest	Posttest	Gain
Eksperimen	61,12	80,70	19,58
Kontrol	60,59	70,28	9,69

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa rata-rata peningkatan (*gain score*) kelas eksperimen mencapai 19,58, hampir dua kali lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya 9,69. Hasil ini mengindikasikan bahwa pembelajaran Biologi yang mengintegrasikan ChatGPT dengan pendekatan STEM mampu memberikan peningkatan kemampuan berpikir kritis yang lebih optimal dibandingkan pembelajaran konvensional.

2. Uji Normalitas

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas menggunakan Kolmogorov–Smirnov. Hasil analisis menunjukkan bahwa data posttest pada kelas eksperimen memiliki nilai signifikansi 0,627, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,587. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga data berdistribusi normal. Data gain kelas eksperimen juga menunjukkan distribusi normal dengan nilai signifikansi 0,181, sedangkan gain kelas kontrol memperoleh nilai signifikansi 0,001, sehingga tidak berdistribusi normal. Meskipun demikian, dengan mempertimbangkan ukuran sampel yang relatif seimbang serta terpenuhinya asumsi lainnya, analisis parametrik masih dapat digunakan.

3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas menggunakan Levene's Test menunjukkan bahwa data posttest memiliki nilai signifikansi 0,180, sedangkan data gain sebesar 0,4267. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga varians kedua kelompok dinyatakan homogen. Dengan demikian, salah satu prasyarat penggunaan uji Independent Samples t-test telah terpenuhi.

4. Uji Hipotesis

Hasil uji Independent Samples t-test menunjukkan nilai $t = 10,33$ dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah perlakuan diberikan. Artinya hipotesis penelitian diterima, yaitu terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang belajar menggunakan integrasi ChatGPT berbasis STEM dengan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi ChatGPT berbasis STEM efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran Biologi.

5. Analisis Regresi Linear

Analisis regresi linear menunjukkan bahwa nilai R^2 pada kelas eksperimen sebesar 0,848, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,920. Meskipun kedua model signifikan secara statistik, koefisien regresi kelas eksperimen sebesar 1,1059 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,8888. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen berlangsung lebih kuat setelah memperoleh pembelajaran menggunakan integrasi ChatGPT berbasis STEM.

B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi ChatGPT berbasis STEM memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran Biologi. Hal ini terlihat dari peningkatan skor posttest maupun gain score yang lebih tinggi dibandingkan kelas yang memperoleh pembelajaran konvensional. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan ChatGPT sebagai pendukung pembelajaran tidak hanya meningkatkan akses terhadap informasi, tetapi juga mampu memperkuat proses berpikir ilmiah ketika dipadukan dengan pendekatan STEM.

Pendekatan STEM mendorong siswa untuk mengintegrasikan konsep sains dengan teknologi, rekayasa, dan matematika dalam menyelesaikan permasalahan nyata[21]. Pada penelitian ini, ChatGPT berperan sebagai *intelligent learning assistant* yang membantu siswa memperoleh informasi ilmiah secara cepat, mengklarifikasi konsep-konsep Biologi, mengevaluasi jawaban, serta memberikan alternatif penyelesaian masalah. Integrasi tersebut menciptakan lingkungan belajar yang lebih aktif sehingga siswa terlibat dalam proses mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, mengevaluasi berbagai alternatif solusi, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah[22].

Peningkatan kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa proses pembelajaran tidak lagi berpusat pada guru, tetapi berorientasi pada aktivitas belajar siswa. Selama pembelajaran berlangsung, siswa secara aktif berdiskusi, merancang solusi, melakukan verifikasi informasi yang diperoleh dari ChatGPT, kemudian menghubungkannya dengan konsep-konsep Biologi melalui tahapan pembelajaran STEM. Aktivitas tersebut mendorong berkembangnya kemampuan analisis, evaluasi, inferensi, serta argumentasi ilmiah yang merupakan indikator utama kemampuan berpikir kritis[23].

Hasil penelitian ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menjelaskan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui interaksi antara pengalaman belajar dengan struktur kognitif peserta didik[24]. ChatGPT berfungsi sebagai sumber belajar yang menyediakan umpan balik secara langsung, sedangkan pendekatan STEM memberikan konteks pembelajaran yang autentik sehingga siswa membangun pengetahuannya melalui proses penyelidikan dan pemecahan masalah. Kombinasi keduanya menghasilkan pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan pembelajaran konvensional.

Temuan penelitian ini juga memperkuat hasil penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa penggunaan ChatGPT mampu meningkatkan keterlibatan siswa, pemahaman konsep, serta kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran[25-27]. Demikian pula berbagai penelitian mengenai pendekatan STEM menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis karena siswa dihadapkan pada permasalahan kontekstual yang memerlukan proses analisis dan pengambilan keputusan secara ilmiah[28-30]. Penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan menunjukkan bahwa integrasi ChatGPT ke dalam sintaks pembelajaran STEM menghasilkan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan ChatGPT sebagai media pembelajaran semata.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi ChatGPT berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dalam pembelajaran Biologi efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA Pergis Maros. Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol relatif setara, namun setelah perlakuan diberikan, kelas eksperimen memperoleh peningkatan kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Rata-rata nilai posttest kelas eksperimen mencapai 80,70 dengan peningkatan (*gain score*) sebesar 19,58, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata posttest sebesar 70,28 dengan *gain score* sebesar 9,69. Hasil uji *Independent Samples t-test* menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok ($p < 0,05$),

sehingga membuktikan bahwa integrasi ChatGPT berbasis STEM memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan ChatGPT sebagai *Artificial Intelligence learning assistant* yang diintegrasikan ke dalam pendekatan STEM mampu menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa. Integrasi tersebut mendorong siswa untuk mengidentifikasi masalah, mengeksplorasi konsep Biologi, mengevaluasi informasi, menyusun solusi berdasarkan bukti ilmiah, serta mengembangkan argumentasi secara logis. Dengan demikian, penggunaan ChatGPT tidak hanya berfungsi sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai fasilitator pembelajaran yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kompetensi abad ke-21.

REFERENSI

- [1] Kasman, R.A. Judijanto, L. Elmiwati, "Artificial Intelligence In The Classroom: Innovation Or Disruption In Education", *INJOE*, vol. 4, no. 1, pp. 844–856, Nov. 2025.
- [2] S. Cheung, L.-F. Kwok, K. Phusavat, and H. Yang, "Shaping the Future Learning Environments with Smart Elements: Challenges and Opportunities," *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, vol. 18, 2021.
- [3] B. Thornhill-Miller, A. Camarda, M. Mercier, J.-M. Burkhardt, T. Morisseau, S. Bourgeois-Bougrine, F. Vinchon, S. E. Hayek, M. Augereau-Landais, F. Mourey, C. Feybesse, D. Sundquist, and T. Lubart, "Creativity, Critical Thinking, Communication, and Collaboration: Assessment, Certification, and Promotion of 21st Century Skills for the Future of Work and Education," *J. Intell.*, vol. 11, 2023.
- [4] T. Sutrisno, "Implementasi AI dalam Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa di Era Society 5.0," *AZKIYA*, vol. 8, no. 1, pp. 1–16, 2025.
- [5] R. M. Ahmad, M. S. Ahmad, and M. A. Salem, "Integrasi ChatGPT dan Baamboozle untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Motivasi Belajar Fisika," *J. Educ. Res.*, vol. 6, no. 3, pp. 539–550, 2025.
- [6] B. C. Satria, C. A. Setiaji, and L. Fadhiliya, "Pengaruh Penggunaan Artificial Intelligence ChatGPT dan Kemandirian Belajar terhadap Motivasi Belajar Siswa Kelas X pada Mata Pelajaran Ekonomi di SMA Negeri 8 Purworejo," *J. Stud. Guru Pembelajaran*, vol. 8, no. 3, pp. 1727–1738, 2025.
- [7] S. Susanyah, A. Fajar, and J. H. Hendrawan, "Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Akuntansi," *SELAMI IPS*, vol. 18, no. 2, pp. 131–138, 2025.
- [8] N. A. P. Navisa, A. N. Annas, and F. Kobandaha, "Inovasi Pembelajaran di Era Kontemporer: Tinjauan Literatur tentang Tren dan Tantangan," *Educazione: J. Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, pp. 146–157, 2025.
- [9] A. Asmadewi, "Pemanfaatan Generative AI sebagai Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam di Era Society 5.0," *UNISAN J.*, vol. 5, no. 2, pp. 93–105, 2026.
- [10] J. W. Sitopu, R. A. Kasman, and M. Fuad, "STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Education Policy," *INJOTEL*, vol. 3, no. 3, 2026.
- [11] R. A. Kasman and M. Fuad, "Systematic Literature Review: Implementation of STEM Integrated PBL Model in Improving 21st Century Skills," *Cerdas: J. Ilmu Pendidik. Sos. Humaniora*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2025.

- [12] R. A. Kasman, "The Utilisation of Artificial Intelligence, Internet of Things, and Virtual/Augmented Reality in Enhancing the Effectiveness and Efficiency of Learning: A Literature Review," *Indones. J. Educ. (INJOE)*, vol. 4, no. 3, pp. 434–443, 2025.
- [13] A. Wijayanto, S. Or, S. Kom, A. D. Rahmadina, D. A. Pradana, N. H. T. HR, and M. T. Kep, "Unifikasi Pembelajaran IPA di Dunia Pendidikan dan Masyarakat," 2026.
- [14] A. Ramdani, A. W. Jufri, Jamaluddin, and D. Setiadi, "Kemampuan Berpikir Kritis dan Penguasaan Konsep Dasar IPA Peserta Didik," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 6, no. 1, pp. 119–124, 2020.
- [15] J. Hukom, "Flipped Classroom dalam Pembelajaran Biologi dan IPA: Implementasi dan Tantangan di Era Pembelajaran Abad 21," *J. Ilmu Pendidik. Biol. IPA*, vol. 2, no. 1, pp. 99–104, 2026.
- [16] H. Hadarmawandi, A. B. Rompegading, P. Sir, Y. Anita, and R. Irfandi, "Pengaruh Penerapan ChatGPT dalam Pembelajaran Biologi terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa," *Venn: J. Sustain. Innov. Educ. Math. Nat. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 131–138, 2025.
- [17] A. Supriyono, A. D. Lesmono, and T. Prihandono, "Dampak dan Tantangan Pemanfaatan ChatGPT dalam Pembelajaran pada Kurikulum Merdeka: Tinjauan Literatur Sistematis," *J. Pendidik. Kebud.*, vol. 9, no. 2, pp. 134–152, 2024.
- [18] A. S. A. Rizky and T. Silalahi, "Pengaruh Penggunaan Artificial Intelligence (AI) Jenis ChatGPT dan Minat Belajar terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X Manajemen Perkantoran dan Layanan Bisnis di SMK Negeri 7 Medan TA 2024/2025," *Pendas: J. Ilm. Pendidik. Dasar*, vol. 10, no. 3, pp. 290–298, 2025.
- [19] A. D. Pamungkas and Markhamah, "Penggunaan ChatGPT untuk Meningkatkan Literasi Digital Siswa dalam Menulis Teks Argumentasi di SMA Negeri 1 Kartasura," *J. Kajian Ilmu Pendidik. (JKIP)*, vol. 7, no. 1, pp. 79–90, 2026.
- [20] N. A. Asisah, "Persepsi Siswa terhadap Penggunaan ChatGPT sebagai Media Belajar di Era Digital," *Pendas: J. Ilm. Pendidik. Dasar*, vol. 10, no. 2, pp. 302–315, 2025.
- [21] E. I. N. Davidi, E. Sennen, and K. Supardi, "Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar," *Scholaria: J. Pendidik. Kebud.*, vol. 11, no. 1, pp. 11–22, 2021.
- [22] M. C. Aswan, M. Ali, and R. Adiansyah, "Analisis Dampak Penggunaan Aplikasi ChatGPT terhadap Efektivitas Pembelajaran Biologi Siswa Kelas XI SMAN 27 Bone," *Pendas: J. Ilm. Pendidik. Dasar*, vol. 10, no. 4, pp. 276–287, 2025.
- [23] S. S. Situmorang and E. W. Laksono, "Penerapan Problem-Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Keaktifan Belajar Peserta Didik," *J. Pendidik. Mat. Sains*, vol. 13, Special Issue, pp. 283–294, 2025.
- [24] N. T. A. Azzahra, S. N. L. Ali, and M. Y. A. Bakar, "Teori Konstruktivisme dalam Dunia Pembelajaran," *J. Ilm. Res. Student*, vol. 2, no. 2, pp. 64–75, 2025.
- [25] R. M. Ahmad, M. S. Ahmad, and M. A. Salem, "Integrasi ChatGPT dan Baamboozle untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Motivasi Belajar Fisika," *J. Educ. Res.*, vol. 6, no. 3, pp. 539–550, 2025.

- [26] O. A. Ratnawati, E. Artuti, and P. Pancarita, "Proses Berpikir Tingkat Tinggi Mahasiswa Menggunakan Kerangka Kerja Teori Mason Berbantuan ChatGPT pada Analisis Real II," *EQUALS: J. Ilm. Pendidik. Mat.*, vol. 6, no. 2, pp. 61–68, 2023.
- [27] M. Citraningrum, A. H. Rophi, and N. B. Haka, "Integrasi ChatGPT dalam Pembelajaran Biologi: Tantangan dan Peluang di Perguruan Tinggi," *J. Pendidik. Ilmu Pengetah. Alam (JP-IPA)*, vol. 7, no. 1, pp. 87–94, 2026.
- [28] F. I. Astutik, "Pembelajaran STEM dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar pada Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)," *J. Early Child. Islam. Educ.*, vol. 3, no. 2, pp. 209–220, 2025.
- [29] S. Harianti, Asrial, W. Syahri, M. H. E. Hasibuan, and Kriswantoro, "Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan LKPD Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Larutan Elektrolit," *J. Pendidik. MIPA*, vol. 16, no. 3, pp. 840–845, 2026.
- [30] E. Sartika and M. U. Kau, "Inovasi Pembelajaran STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis, Kolaboratif, dan Problem Solving di Era Industri 4.0," *J. Pendidik. Kegur.*, vol. 3, no. 10, pp. 1348–1354, 2025.