

KURIKULUM BERBASIS TEKNOLOGI DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI

Usman Usman, Ria Oktaviani*, Siti Herlina Hajali, Mitahul Putri Muliani, Fadila Fauziah, Nadhia Affianie, Eulis Patmawati

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

*Corresponding author: 2224220088@untirta.ac.id

Abstrak: Pembelajaran biologi memiliki karakteristik yang cukup kompleks karena mencakup berbagai konsep abstrak yang memerlukan pengertian mengenai hubungan di antara elemen-elemen dalam sistem kehidupan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan teknologi dalam kurikulum pembelajaran biologi sebagai langkah untuk meningkatkan efektivitas proses pengajaran. Metode yang diterapkan adalah systematic literature review dengan menganalisis publikasi ilmiah online yang terpercaya dan terbaru melalui proses perumusan pertanyaan, pencarian bahan bacaan, pemilihan artikel, analisis kualitatif, validasi hasil, dan penyajian temuan secara terstruktur. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi seperti Augmented Reality, Laboratorium Virtual, Virtual Reality, dan Sistem Manajemen Pembelajaran memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman konsep, motivasi belajar, dan penguasaan keterampilan abad ke-21 oleh siswa. Dapat disimpulkan bahwa pengembangan kurikulum yang berbasis teknologi dalam pembelajaran biologi adalah suatu kebutuhan strategis untuk meningkatkan mutu pendidikan di era digital, meskipun masih terdapat tantangan terkait infrastruktur dan kompetensi teknologi di antara guru dan murid.

Kata Kunci: Kurikulum teknologi, pembelajaran biologi, pembelajaran modern, keterampilan abad ke-21

Abstract: Biology learning has quite complex characteristics because it includes various abstract concepts that require an understanding of the relationships between elements in a living system. This study aims to determine the use of technology in the biology learning curriculum as a step to improve the effectiveness of the teaching process. The method applied is a systematic literature review by analyzing trusted and latest online scientific publications through the process of formulating questions, searching for reading materials, selecting articles, qualitative analysis, validating results, and presenting findings in a structured manner. The results of this study indicate that the application of technology such as Augmented Reality, Virtual Laboratories, Virtual Reality, and Learning Management Systems has a positive impact on improving students' understanding of concepts, learning motivation, and mastery of 21st century skills. It can be concluded that the development of a technology-based curriculum in biology learning is a strategic need to improve the quality of education in the digital era, although there are still challenges related to infrastructure and technological competence among teachers and students.

Keywords: Technology curriculum, biology learning, modern learning, 21st century skills

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi saat ini, dunia pendidikan mengalami perubahan yang sangat besar. Guru tidak lagi menjadi satu-satunya pusat informasi bagi siswa. Kemudahan akses terhadap internet dan media digital memungkinkan peserta didik untuk belajar secara mandiri, kapan saja dan di mana saja, tanpa kehadiran langsung dari guru. Teknologi kini memainkan peran krusial dalam pendidikan karena berfungsi mendukung proses pembelajaran, sekaligus meningkatkan

efisiensi belajar melalui pengembangan, pemanfaatan, dan pengelolaan sumber daya serta teknologi yang sesuai (Januszewski & Molenda, 2013).

Teknologi pada dasarnya merupakan penerapan dari ilmu pengetahuan yang memiliki peranan penting dalam aktivitas sehari-hari. Perkembangannya berasal dari ide-ide manusia yang dikaji secara ilmiah untuk menghasilkan solusi yang efektif. Teknologi juga dapat diartikan sebagai alat atau sarana yang digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia (Camelia, 2020). Salah satu wujud teknologi adalah teknologi informasi, yaitu teknologi yang berfungsi dalam pengolahan data, yang mencakup proses pengumpulan, pengolahan, penyimpanan, pengorganisasian, serta manipulasi data guna menghasilkan informasi yang berkualitas, informasi yang akurat, relevan, dan sesuai dengan kebutuhan pada waktu tertentu. Selain itu, teknologi turut membantu manusia dalam pemanfaatan sumber daya alam. Namun demikian, penggunaan teknologi secara berlebihan dan tanpa pertimbangan sering kali menimbulkan ketidakseimbangan, bahkan dapat menyebabkan bencana alam akibat eksploitasi berlebihan oleh manusia (Nur'ariyani & Jumyati, 2022).

Kurikulum yang mengintegrasikan teknologi merupakan bentuk pemanfaatan berbagai perangkat teknologi, baik berupa perangkat keras maupun lunak, ke dalam proses pembelajaran. Tujuan dari penerapan ini adalah untuk mempermudah penyampaian materi kepada siswa, sehingga kegiatan belajar mengajar menjadi lebih efektif dan menyenangkan. Dalam implementasinya, teknologi sangat berkaitan dengan berbagai komponen kurikulum, mulai dari perumusan tujuan pembelajaran, pengembangan materi, penerapan metode pengajaran, hingga pelaksanaan evaluasi. Teknologi berfungsi sebagai alat bantu yang mendukung pencapaian sasaran yang telah dirancang dalam kurikulum (Afif *et al.*, 2024).

Dalam sudut pandang penulis, pembelajaran Biologi memiliki karakteristik yang cukup kompleks karena memuat banyak konsep abstrak dan memerlukan pemahaman terhadap hubungan antar komponen dalam sistem kehidupan. Oleh sebab itu, menurut penulis pemanfaatan teknologi menjadi sangat penting untuk mendukung proses belajar mengajar. Dengan bantuan teknologi, materi Biologi bisa disajikan secara lebih menarik, interaktif, dan mudah dipahami oleh siswa, karena mereka dapat melihat visualisasi yang konkret dan aplikatif. Contohnya, penggunaan simulasi digital, video pembelajaran, atau aplikasi berbasis augmented reality dapat membantu siswa mengamati fenomena yang sulit diwujudkan secara langsung di ruang kelas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian dengan pendekatan kualitatif yang menggunakan metode *systematic literature review* untuk meninjau, mengevaluasi, dan merangkum informasi secara sistematis mengenai kurikulum berbasis teknologi dalam pembelajaran biologi (Wada *et al.*, 2024). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari berbagai literatur, seperti publikasi ilmiah online nasional yang kredibel dan terkini. Selain itu, data juga diperoleh dari buku yang digunakan sebagai referensi tambahan untuk memperkaya isi dan memperkuat pembahasan. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi: (1) merumuskan pertanyaan penelitian sebagai dasar tinjauan literatur, (2) melaksanakan pencarian literatur secara sistematis, (3) menyeleksi dan memilih artikel yang relevan sesuai dengan kriteria, (4) menganalisis serta mensintesis hasil temuan secara kualitatif, (5) memastikan kualitas dan validitas hasil kajian, serta (6) menyajikan hasil temuan secara terstruktur (Rawung *et al.*, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Integrasi teknologi dalam kurikulum pembelajaran Biologi merupakan pendekatan pendidikan yang menggabungkan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) ke dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran. Teknologi membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep kompleks yang sulit diamati langsung, seperti replikasi DNA

dan fotosintesis (Zebua, 2025). Penggunaan teknologi seperti augmented reality (AR), virtual reality (VR), dan media digital interaktif terbukti dapat meningkatkan daya tarik pembelajaran serta mendorong keterlibatan aktif siswa (Handayani *et al.*, 2024). Kurikulum ini juga mendukung diferensiasi pembelajaran dengan menyesuaikan materi dan metode sesuai kebutuhan individu peserta didik (Hasibuan *et al.*, 2024), serta mengubah cara interaksi antara siswa dan materi pelajaran menjadi lebih interaktif dan mendalam, sekaligus memperluas akses ke sumber belajar dan mendukung pengembangan literasi digital serta keterampilan abad ke-21 (Norpin *et al.*, 2024).

Studi literatur menunjukkan bahwa teknologi dalam pembelajaran biologi memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep, motivasi belajar, dan penguasaan keterampilan abad ke-21. Penggunaan Augmented Reality (AR) melalui platform Assemblr Edu pada materi Animalia terbukti meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan dengan nilai N-Gain mencapai 1,0, serta meningkatkan antusiasme siswa terhadap pembelajaran berbasis visual 3D (Ahmad *et al.*, 2022). Selain itu, penerapan Virtual Laboratory (V-Lab) membantu siswa, terutama yang berprestasi rendah, dalam memahami konsep-konsep abstrak seperti DNA dan fotosintesis. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan pemahaman dari 44% menjadi 68%, dengan effect size sebesar 3,35 (Udin *et al.*, 2020). Penggunaan teknologi Virtual Reality (VR) dalam model pembelajaran SrVER juga menunjukkan pengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa, berdasarkan hasil uji ANCOVA yang menunjukkan skor post-test kelompok eksperimen (63,10) lebih tinggi daripada kelompok kontrol (55,37), dengan nilai signifikansi $0,001 < 0,05$ (Maryam *et al.*, 2025). Sementara itu, implementasi Learning Management System (LMS) seperti Moodle dan Google Classroom telah mempermudah pengelolaan pembelajaran daring. Moodle dinilai unggul dalam fitur pemantauan aktivitas dan kustomisasi, sedangkan Google Classroom lebih menonjol dalam aspek aksesibilitas. Survei menunjukkan bahwa 75% mahasiswa tertarik menggunakan Moodle dan 100% merasa platform ini mudah digunakan (Mahmudi *et al.*, 2022).

PEMBAHASAN

Konsep Kurikulum Berbasis Teknologi

Kurikulum berbasis teknologi dalam pembelajaran biologi adalah pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) ke dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran biologi. Teknologi digunakan untuk membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep kompleks yang sulit diamati langsung, seperti replikasi DNA dan fotosintesis (Zebua, 2025). Penggunaan teknologi seperti augmented reality (AR), virtual reality (VR), dan media digital interaktif mampu meningkatkan daya tarik pembelajaran dan mendorong keterlibatan aktif siswa (Handayani *et al.*, 2024). Selain itu, kurikulum berbasis teknologi memungkinkan diferensiasi pembelajaran, menyesuaikan materi dan metode dengan kebutuhan masing-masing individu siswa (Hasibuan *et al.*, 2024). Menurut Norpin *et al.* (2024), integrasi teknologi di kelas mengubah interaksi antara siswa dan materi pelajaran, memperluas akses ke sumber belajar, serta mendukung pengembangan literasi digital dan keterampilan abad ke-21. Oleh karena itu, kurikulum berbasis teknologi bukan hanya bertujuan meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga membekali siswa untuk menghadapi tantangan global di masa depan.

Dalam mengembangkan kurikulum berbasis teknologi untuk pembelajaran biologi, terdapat beberapa prinsip yang harus diperhatikan. Prinsip relevansi menyatakan bahwa kurikulum harus menyesuaikan dengan perkembangan IPTEK dan kebutuhan dunia nyata, serta mencerminkan keterampilan yang dibutuhkan di abad ke-21 (Maulidin *et al.*, 2022). Selanjutnya, prinsip fleksibilitas mengharuskan kurikulum mampu menyesuaikan diri dengan kemajuan teknologi terbaru dan dinamika kebutuhan peserta didik (Handayani *et al.*, 2024). Kurikulum juga harus berpusat pada peserta didik, di mana teknologi mendukung pembelajaran yang personalisasi dan adaptif sehingga peserta didik dapat belajar sesuai gaya dan kecepatan masing-masing (Hasibuan *et al.*, 2024). Kontekstualisasi menjadi penting karena pembelajaran berbasis teknologi harus relevan dengan pengalaman nyata dan kehidupan sehari-hari siswa, memperkuat

keterkaitan antara teori dan praktik (Norra, 2020). Prinsip kontinuitas menekankan bahwa pengembangan kurikulum harus dirancang secara berkelanjutan dari tingkat dasar hingga lanjut untuk memastikan kesinambungan kompetensi digital (Zebua, 2025).

Urgensi Teknologi dalam Pembelajaran Biologi

Semakin pesatnya perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) menyebabkan tuntutan terhadap pendidikan berbasis teknologi semakin tinggi. Konsep yang dikenal sebagai e-learning ini menyebabkan terjadinya transformasi pendidikan dari bentuk konvensional menjadi digital, baik dari aspek materi maupun sistemnya (Sawitri et al., 2019). Penggunaan teknologi dalam pembelajaran biologi di Indonesia sendiri masih dalam tahap awal. Meskipun pemerintah telah meluncurkan berbagai program seperti “Digitalisasi Sekolah”, implementasinya masih menghadapi tantangan serius seperti kurangnya pelatihan guru dan infrastruktur yang belum merata antara sekolah pedesaan dan perkotaan (Abdullatif et al., 2023; Isma et al., 2022; Nasrullah dan Rahman, 2023).

Kebutuhan akan teknologi dalam pembelajaran biologi sangat nyata, terutama karena perannya dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi, serta dalam memperdalam pemahaman konseptual siswa (Ramaila & Molwele, 2022). Motivasi dan partisipasi siswa juga meningkat melalui pemanfaatan teknologi. Aplikasi atau web pembelajaran online seperti Google Classroom, Moodle, dan Edmodo telah memainkan peran penting dalam mendukung komunikasi antara siswa dan guru (Ghouunane, 2020). Siswa dapat mengakses materi kapan pun dan di mana pun, serta berinteraksi melalui forum diskusi atau tugas kolaboratif yang mendorong keterlibatan mereka secara aktif (Zebua, 2025).

Teknologi hadir sebagai solusi terhadap tantangan dalam pendidikan. Kehadirannya dimaksudkan untuk memperbaiki efektivitas dan efisiensi sistem pendidikan. Akibat tuntutan global, sektor pendidikan perlu terus memperbarui diri dan menyesuaikan dengan kemajuan teknologi guna meningkatkan kualitas pendidikan (Habsy et al., 2024). Untuk mewujudkan pendidikan yang merata di seluruh Indonesia, dibutuhkan layanan pendidikan yang dapat diakses oleh semua lapisan masyarakat. Hal ini sejalan dengan tujuan pendidikan nasional sebagaimana tercantum dalam pembukaan Undang-Undang Dasar 1945 (Husaini et al., 2014).

Menurut Habsy et al. (2024), fungsi teknologi dalam pendidikan meliputi pendorong terjalannya hubungan kolaboratif, pembangunan makna dalam konteks yang dapat dimengerti, fasilitator penyelesaian masalah kompleks secara realistis dan aman, serta sebagai sarana pengembangan dan penciptaan makna melalui internet sebagai sumber riset.

Implementasi Teknologi dalam Pembelajaran Biologi

Teknologi digital tidak hanya merevolusi cara memperoleh dan menyebarkan informasi, tetapi juga menciptakan berbagai peluang untuk meningkatkan mutu proses pembelajaran (Alenezi, 2023). Dalam pembelajaran biologi, penggunaan teknologi digital memiliki potensi besar untuk mengatasi berbagai kendala klasik, seperti kesulitan dalam memvisualisasikan konsep-konsep yang bersifat abstrak, rendahnya minat belajar peserta didik, serta keterbatasan dalam ketersediaan sumber belajar.

Biologi, sebagai bidang ilmu yang memusatkan perhatian pada kehidupan dan organisme, sering kali menghadapi kesulitan dalam menguraikan konsep-konsep yang rumit dan abstrak (Bongard & Levin, 2021). Proses-proses seperti fotosintesis, replikasi DNA, maupun mekanisme evolusi memerlukan pemahaman konseptual yang mendalam serta kemampuan untuk memvisualisasikannya secara akurat. Dalam konteks inilah teknologi digital memainkan peranan yang semakin penting. Penggunaan virtual lab, teknologi augmented reality (AR), virtual reality (VR), Learning Management System (LMS) serta berbagai platform pembelajaran daring memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep-konsep biologi secara lebih visual (Cieri et al., 2021). Teknologi ini tidak hanya memperjelas konsep, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar.

Implementasi teknologi Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran biologi menjadi salah satu terobosan inovatif dalam menyajikan materi yang kompleks dan abstrak secara lebih nyata, visual, dan menarik bagi siswa. Berdasarkan penelitian Ahmad *et al.* (2022), penggunaan AR dengan bantuan platform Assemblr Edu diterapkan pada materi Animalia untuk siswa kelas X SMA Negeri 5 Kota Ternate. menunjukkan hasil yang sangat positif. Media pembelajaran ini dikemas dalam bentuk AR book yang dilengkapi marker, sehingga ketika dipindai melalui aplikasi Assemblr Edu di perangkat Android, muncul tampilan objek hewan 3D secara interaktif. Visualisasi ini memungkinkan siswa untuk mengamati langsung ciri-ciri morfologis serta proses klasifikasi hewan dengan lebih jelas dan nyata. AR juga berhasil menjawab tantangan dalam pembelajaran konvensional, seperti kesulitan dalam visualisasi materi, rendahnya motivasi belajar, serta keterbatasan alat bantu pengajaran yang tersedia. Dengan mengintegrasikan dunia nyata dan objek virtual secara real-time, teknologi ini menciptakan pengalaman belajar yang lebih eksploratif dan intuitif bagi siswa.

Laboratorium virtual (V-lab) merupakan media pembelajaran digital berbasis simulasi yang dirancang untuk memberikan pengalaman praktikum secara virtual dan interaktif. Dalam pembelajaran biologi, V-lab berfungsi sebagai alternatif inovatif untuk menyampaikan materi yang bersifat abstrak dan sulit dipahami secara visual, seperti konsep dalam biologi sel, genetika, serta proses molekuler. Udin *et al.*, (2020) menyatakan bahwa V-lab telah banyak dimanfaatkan di berbagai jenjang pendidikan, terutama di perguruan tinggi, guna meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktikum siswa. Teknologi ini umumnya dikembangkan menggunakan animasi tiga dimensi yang memungkinkan siswa melakukan pengamatan secara langsung dalam lingkungan virtual. Pengalaman belajar yang ditawarkan V-lab pun mendekati praktik nyata di laboratorium, sehingga sangat berguna ketika pelaksanaan praktikum terbatas oleh faktor biaya, waktu, risiko keselamatan, atau keterbatasan alat dan bahan. Penggunaan V-lab menjadi sangat tepat untuk topik-topik yang dinamis, kompleks, dan sulit divisualisasikan, serta dapat menjadi solusi dalam kondisi pembelajaran yang menghadapi kendala teknis.

Virtual Reality (VR) merupakan salah satu teknologi yang telah dimanfaatkan dalam dunia pendidikan, termasuk dalam pembelajaran Biologi. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Maryam *et al.*, (2025) VR diimplementasikan sebagai media pembelajaran yang mendampingi model pembelajaran SrVER (screening, visualisasi, elaborasi, dan refleksi) untuk membantu siswa memahami materi Biologi yang bersifat abstrak. Teknologi VR digunakan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih nyata dan mendalam melalui lingkungan tiga dimensi (3D) yang imersif. Dengan menggunakan perangkat kaca mata VR, siswa dapat melihat dan mengeksplorasi objek-objek biologis dalam bentuk simulasi yang menyerupai kondisi nyata. Hal ini membuat mereka seolah-olah berada langsung dalam lingkungan tersebut, meskipun secara fisik masih berada di dalam kelas. Selain itu, keunggulan VR membuat siswa yang sebelumnya pasif saat pembelajaran cenderung menjadi lebih aktif dan antusias karena tertarik dengan pengalaman visual yang disuguhkan. VR juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengobservasi lingkungan atau objek yang dalam kondisi nyata mungkin sulit diakses.

Implementasi Learning Management System (LMS) dalam pembelajaran biologi berfungsi sebagai fondasi utama dalam mengelola proses pembelajaran daring. LMS memungkinkan pengelolaan kursus secara sistematis, mulai dari pendaftaran siswa, pengaturan materi ajar, forum diskusi, tugas, evaluasi, hingga pelaporan hasil belajar. Dalam konteks ini, dua platform yang banyak digunakan adalah Moodle dan Google Classroom (Mahmudi *et al.*, 2022). Moodle menawarkan fleksibilitas tinggi karena dapat diinstal di server lokal dan memungkinkan institusi untuk mengontrol sepenuhnya data pembelajaran. Moodle mendukung fitur seperti log aktivitas siswa, kuis interaktif, forum diskusi, serta kustomisasi tampilan yang sesuai kebutuhan pembelajaran biologi seperti laboratorium virtual dan simulasi eksperimen. Sebaliknya, Google Classroom menyediakan akses yang lebih praktis karena berbasis cloud dan langsung terhubung dengan layanan Google, memungkinkan guru dengan mudah membagikan materi dan siswa untuk mengakses pembelajaran kapan saja, meskipun fitur pelacakan aktivitasnya tidak sekompleks Moodle.

Menurut Mahmudi *et al.*, (2022) LMS terbukti meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa. Penelitian menunjukkan bahwa 75% mahasiswa biologi berminat tinggi terhadap penggunaan Moodle dan 100% merasa mudah mengoperasikannya. LMS juga memungkinkan pembelajaran berbasis blended learning berjalan efektif, dengan kombinasi interaksi daring dan luring yang mendukung capaian pembelajaran. Moodle lebih cocok untuk pengelolaan kelas yang membutuhkan pemantauan aktivitas siswa secara intensif dan kustomisasi materi ajar, sedangkan Google Classroom lebih sesuai untuk pembelajaran berbasis tugas harian yang sederhana dan cepat. Secara keseluruhan, penggunaan LMS dalam pembelajaran biologi menjadikan proses belajar lebih terdokumentasi, interaktif, fleksibel, serta membantu siswa mengakses materi kompleks secara lebih efisien di era digital pasca pandemi.

Dampak dan Evaluasi Penggunaan Teknologi

Teknologi digital dalam pembelajaran biologi menunjukkan dampak signifikan terhadap hasil belajar siswa. Berdasarkan teori Multimedia Learning (Mayer *et al.*, 2024), penggunaan media visual dan verbal secara bersamaan meningkatkan pemrosesan kognitif. Dalam praktiknya, penelitian oleh Ahmad *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penggunaan AR mampu meningkatkan nilai post-test secara signifikan ($N\text{-Gain} = 1,0$), menciptakan pengalaman belajar imersif, dan memicu antusiasme siswa. Sementara itu, Udin *et al.* (2020) menemukan bahwa penggunaan V-lab mampu meningkatkan pemahaman pada siswa berprestasi rendah, dari 44% menjadi 68% dengan effect size 3,35. Pembelajaran menjadi lebih bermakna berkat visualisasi interaktif yang menggantikan laboratorium fisik.

Mahmudi *et al.* (2022) menambahkan bahwa LMS seperti Moodle dan Google Classroom tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga mempermudah dokumentasi kegiatan pembelajaran. Maryam *et al.* (2025) menunjukkan bahwa penggunaan VR dalam pembelajaran menghasilkan perbedaan signifikan dalam nilai post-test, dengan hasil eksperimen mencapai 63,10 dibandingkan kelompok kontrol 55,37 ($\text{Sig.} = 0,001 < 0,05$).

Namun, adopsi teknologi juga menghadapi tantangan. Dari sisi guru, kompetensi TIK yang bervariasi dan beban kerja tambahan dalam membuat konten digital menjadi hambatan utama (Ahmad *et al.*, 2022). Menurut Getenet (2025), pengembangan profesionalisme guru melalui desain pendidikan yang selaras dengan standar abad ke-21 dapat mengatasi masalah ini. Dari sisi siswa, hambatan mencakup akses perangkat dan internet yang terbatas, kemandirian belajar yang rendah, serta kendala teknis seperti kesulitan login dan kompatibilitas perangkat (Mahmudi *et al.*, 2022; Ahmad *et al.*, 2022).

Upaya Pengembangan Kurikulum Berbasis Teknologi

Pengembangan kurikulum berbasis teknologi tidak dapat dipisahkan dari peningkatan kapasitas guru dalam literasi digital. Literasi digital tidak hanya mencakup kemampuan menggunakan teknologi, tetapi juga pemahaman mendalam terhadap informasi digital, kemampuan mengevaluasi konten, serta keterampilan menciptakan bahan ajar yang interaktif dan bermakna. Arifin *et al.* (2024) menjelaskan bahwa guru harus mampu mengarahkan siswa untuk mengembangkan keterampilan digital sambil memperkuat karakter positif mereka. Dalam hal ini, pemanfaatan platform digital seperti Google Classroom, Canva, dan PowerPoint menjadi sarana penting bagi guru untuk merancang materi pembelajaran yang lebih menarik dan kolaboratif. Pelatihan literasi digital bagi guru menjadi langkah strategis yang sangat penting agar teknologi benar-benar terintegrasi dalam pembelajaran (Pebriana *et al.*, 2025).

Selain pelatihan, keberadaan kebijakan pendidikan yang mendukung transformasi digital juga menjadi kunci utama. Kebijakan ini dapat mendorong peningkatan kompetensi guru melalui pelatihan berbasis daring serta mendukung pembelajaran yang lebih efektif, kreatif, dan merata. Penggunaan platform digital memungkinkan siswa di wilayah terpencil mendapatkan akses pendidikan yang setara dengan siswa di perkotaan. Darmansyah *et al.* (2025) menyebutkan bahwa kebijakan pendidikan berbasis teknologi memiliki peran besar dalam mendorong pembelajaran interaktif melalui berbagai media digital, meningkatkan keterampilan digital guru

dan siswa melalui pelatihan TIK, serta mengoptimalkan pengelolaan pendidikan menggunakan sistem manajemen pembelajaran (LMS). Selain itu, kebijakan ini juga memfasilitasi pendekatan berbasis data dalam pendidikan, termasuk melalui pemanfaatan big data untuk menganalisis kebutuhan dan pengambilan keputusan yang lebih tepat sasaran.

Kolaborasi antara institusi pendidikan dan pengembang teknologi merupakan strategi lanjutan yang perlu dikembangkan secara konsisten. Kolaborasi ini menciptakan sinergi antara pemerintah, institusi pendidikan, dan sektor industri teknologi untuk mengatasi tantangan pendidikan digital. Siwitomo et al. (2023) menekankan bahwa partisipasi aktif dari masyarakat, lembaga pendidikan, dan sektor pemerintah sangat penting dalam mendukung kebijakan, membangun infrastruktur, serta memastikan pemerataan akses pendidikan. Peningkatan investasi negara dalam bidang pendidikan diperlukan, termasuk dalam pengembangan profesionalisme guru, kompetensi pengajar, dan kualitas sistem pendidikan secara keseluruhan. Harini et al. (2023) menambahkan bahwa kolaborasi ini mampu mengatasi berbagai permasalahan seperti keterbatasan sumber daya, rendahnya akses pendidikan, kesenjangan mutu, serta peningkatan kualitas pendidikan nasional secara menyeluruh.

KESIMPULAN

Pengembangan kurikulum berbasis teknologi dalam pembelajaran biologi merupakan kebutuhan strategis untuk meningkatkan kualitas pendidikan di era digital. Integrasi teknologi seperti LMS, AR, VR, dan laboratorium virtual telah terbukti efektif dalam memvisualisasikan konsep-konsep kompleks, meningkatkan motivasi belajar, serta mengasah keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi. Meski penerapannya masih menghadapi tantangan seperti keterbatasan infrastruktur dan kompetensi teknologi di kalangan guru dan siswa, penggunaan teknologi secara tepat mampu memperluas akses pendidikan, memperkaya metode pengajaran, serta mendukung capaian pembelajaran yang lebih kontekstual dan adaptif terhadap perkembangan zaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad.Z., Ahmad.H., Rahman.Z. (2022). Penggunaan Media Pembelajaran Augmented Reality Berbantuan Assemblr Edu Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA Negeri 5 Kota Ternate. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8 (23), 514-521
- Abdullatif, S., Nawai, F. A., & Arifin, A. (2023). Pengelolaan digitalisasi sekolah pada sekolah penggerak. *Pedagogika*, 14(1), 46-63.
- Afif, N., Mukhtarom, A., Qowim, A. N., & Fauziah, E. (2024). Pendidikan Karakter Dalam Era Digital: Pengintegrasian Nilai-Nilai Moral Dalam Kurikulum Berbasis Teknologi. *Tadarus Tarbawy*, 6(1), 18-32.
- Alenezi, M. (2023). Digital learning and digital institutions in higher education. *Education Sciences*, 13(1), 88.
- Arifin, A. S., Al Farizi, Z., Karanggulimo, Y., Maria, E. G., Alip, I., & Fitriani, N. (2024). Meningkatkan Minat dan Motivasi Belajar Siswa Kelas 12 Melalui Integrasi AI dan IOT dalam Pembelajaran Teknologi Digital di Era Kurikulum Merdeka. *BIOCHEPHY: Journal Of Science Education*, 4(2), 945-952.
- Bongard, J., & Levin, M. (2021). Living things are not (20th century) machines: Updating mechanism metaphors in light of the modern science of machine behavior. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 650726.
- Camelia, F. (2020). Analisis Landasan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Pengembangan Kurikulum. *Susunan Arteknologi Pendidikan*, 5(1).
- Cieri, R. L., Turner, M. L., Carney, R. M., Falkingham, P. L., Kirk, A. M., Wang, T., & Farmer, C. G. (2021). Virtual and augmented reality: New tools for visualizing, analyzing, and communicating complex morphology. *Journal of Morphology*, 282(12), 1785-1800.

- Darmansah, T., Hasibuan, EE, Ray, AUM, Harahap, MA, & Harahap, SAF (2025). Peran Kebijakan Pendidikan Berbasis Teknologi dan Motivasi Siswa di Era Digital. *Harmoni Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 2 (1), 175-185.
- Ghounane, N. (2020). Moodle or social networks: What alternative refuge is appropriate to Algerian EFL students to learn during the Covid-19 pandemic. *Arab World English Journal (AWEJ)*, 11
- Habsy, B. A., Putri, A., Yusiana, E., Nadya, N., & Satria, A. F. (2024). Pemanfaatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Pendidikan. *Jurnal Bima : Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 2(4), 301–314. <https://doi.org/10.61132/bima.v2i4.1391>
- Handayani, A., Khoirumufida, F., Nashiroh, W., & Zulfa, T. A. (2024). Biowisata melalui Virtual Reality pada Pembelajaran Biologi di Kurikulum Merdeka. *Jurnal Muara Pendidikan*, 9(1), 182–190. <https://doi.org/10.52060/mp.v9i1.2041>
- Harini, H., Pranansa, A. G., & Terminanto, A. A. (2023). Inovasi teknologi dalam meningkatkan efisiensi manajemen pendidikan dan pengabdian masyarakat di era digital. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(6), 12891-12897
- Hasibuan, T., Fitri, R., & Machmudah, H. (2024). Transformasi Pembelajaran Bahasa Arab di Sekolah Dasar Islam Terpadu: Pendekatan Kurikulum Berbasis Teknologi. *Journal in Teaching and Education Area*, 1(1), 113–129.
- Isma, C. N., Rahmi, R., & Jamin, H. (2022). Urgensi digitalisasi pendidikan sekolah. ATTA'DIB: *Jurnal Ilmiah Prodi Pendidikan Agama Islam*, 14(2), 129-141.
- Januszewski, A., & Molenda, M. (2013). *Educational Technology: A Definition With Commentary*. New York: Routledge.
- Maulidin, A. J., Fuadiyah, S., Helendra, & Darussyamsu, R. (2022). Analisis Deskriptif Tingkat Kemampuan Literasi Digital pada Pembelajaran Biologi. *Journal on Teacher Education*, 4(2), 640–648.
- Maryam, N. O., Handayani, B. S., Lestari, T. A., & Setiadi, D. (2025). The Effect norraBiology Learning Outcomes of 10th Grade Students at SMAN 3 Mataram. *Journal of Classroom Action Research*, 7(SpecialIssue), 381- 387.
- Mayer, J. D., Caruso, D. R., Sitarenios, G., & Escobar, M. R. (2024). How many emotional intelligence abilities are there? An examination of four measures of emotional intelligence. *Personality and Individual Differences*, 219, 112468.
- Mahmudi, S. I., Mas'aula., & Purnawati. (2022). Efektivitas Manajemen Pembelajaran Dengan Metode Blended Learning Melalui Jejaring Moodle dan Google Class Room Pasca Covid 19. *EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*. 2(2). 165 – 174.
- Nasrullah, N., & Rahman, A. W. (2023). Digitalisasi pembelajaran di sekolah. *Journal on Education*, 5(2), 5238-5246.
- Norra, B. I. (2020). Pemetaan Kebutuhan Media Pembelajaran Biologi di SMP dan SMA. *Bioilmi*, 6(2), 94–102.
- Norpin, N., Naibaho, L., & Rantung, D. A. (2024). Peran Teknologi dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(1), 444–448. <https://doi.org/10.56338/jks.v7i1.4896>
- Pebriana, P. H., Rosidah, A., & Nurhaswinda, N. (2025). Peningkatan Literasi Digital Guru untuk Pembelajaran Berbasis Teknologi di Era Digital. *Journal Of Human And Education (JAHE)*, 5(1), 137-148.
- Ramaila, S., & Molwele, A. J. (2022). The role of technology integration in the development of 21st century skills and competencies in life sciences teaching and learning. *International Journal of Higher Education*, 11(5), 9-17.
- Rawung, W. H., Deitje, A. K., Viktory, N. J. R. & Jeffry, S. J. L. (2021). Kurikulum Dan Tantangannya Pada Abad 21. *Jurnal Bahana Manajemen Pendidikan*, 10(1), 29-34.
- Sawitri, E., Astiti, M. S., & Fitriani, Y. (2019). Hambatan Dan Tantangan Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Dan Komunikasi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas Pgrri Palembang*. 202–213.

- Siwitomo, D. P. A., Fitriyani, N. N., & Fadhilah, N. N. (2023, December). Kolaborasi Pendidikan: Strategi Inovasi Mengatasi Permasalahan Pendidikan Di Indonesia. In *Prosiding Seminar Nasional Kemahasiswaan*, 1(1): 64-68
- Udin, W. N., & Ramli, M. (2020, April). Virtual laboratory for enhancing students' understanding on abstract biology concepts and laboratory skills: a systematic review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1521, No. 4, p. 042025). IOP Publishing.
- Wada, F. H., Anna, P., Mara, I. S. H., Sri, L. Gede, I. S., Jonherz, S. P., Yoseb, B. Ferdinan, Jayanti, P., Erlin, I. & Rahman. (2024). *Buku Ajar Metodologi Penelitian*. Jambi: Pt. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Zebua, N. (2025). Integrasi Teknologi Digital dalam Pembelajaran Biologi: Analisis Kualitatif terhadap Pemahaman Konseptual dan Keterampilan Abad 21. *Edukasi Elita : Jurnal Inovasi Pendidikan*, 2(2), 52–64.