

# Analisis Peran Guru sebagai Fasilitator dalam Pembelajaran Biologi di Era Digital

Alprianti Pare <sup>1</sup>, Erni Murniarti <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Kristen Indonesia, Indonesia

\* [alpriantip@gmail.com](mailto:alpriantip@gmail.com)

## Abstract

The development of digital technology has changed the role of teachers in education, especially in biology teaching. Teachers now act as facilitators who support students' exploration of knowledge through digital platforms. This research method uses a literature study to explore the role of teachers as facilitators in biology learning in the digital era by analyzing relevant literature such as books and journal articles, where the subjects of this study are Biology Teachers. This approach begins with determining inclusion and exclusion criteria, collecting relevant literature, summarizing the main findings from the sources reviewed, comparing findings from various sources, and compiling the results of the analysis. The research findings show that digital technologies such as simulations, virtual laboratories, and online resources increase students' interactivity and understanding of complex biological concepts. However, challenges include teachers' technological skills, infrastructure limitations, and resistance to change. Recommended strategies include technology training for teachers, investment in technological infrastructure, and creating a school culture that supports innovation. With this support, teachers can optimize digital technology to create more engaging and effective biology learning experiences, facilitate student engagement, and develop their critical thinking skills and creativity. This research is expected to have a significant impact on the development of biology learning strategies that are appropriate for the digital era.

**Keywords:** Analisis; Peran Guru; Fasilitator; Pembelajaran Biologi; Era Digital

## Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah membawa transformasi besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Dampaknya, para pengajar menghadapi tantangan baru dan peluang ketika teknologi informasi dan komunikasi (TIK) diintegrasikan ke dalam proses pembelajaran. Di era digital saat ini, peran guru telah beralih dari menyampaikan informasi menjadi fasilitator yang membantu siswa dalam mengeksplorasi pengetahuan secara mandiri melalui berbagai platform digital. Peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi di era digital sangat penting untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Dalam hal ini, guru tidak hanya berperan dalam menyampaikan informasi, tetapi juga sebagai pembimbing, motivator, dan inovator dalam proses belajar. Peran ini semakin penting dengan perubahan pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembelajaran berpusat pada siswa atau student-centered learning. Perubahan ini juga sejalan dengan kebijakan Merdeka Belajar Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan di Indonesia. Tujuan kebijakan ini adalah untuk memberi guru kebebasan dalam membuat metode pembelajaran yang sesuai dengan potensi dan kebutuhan masing-masing. Dalam konteks ini, guru diharapkan mampu memanfaatkan berbagai teknologi digital untuk menciptakan pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan efektif. Selain itu, pendekatan ini

juga diharapkan dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam menggunakan teknologi, yang merupakan keterampilan abad ke-21 yang sangat penting. Namun, perubahan peran guru dalam hal ini juga menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah kesiapan guru dalam menguasai teknologi digital dan mengintegrasikannya dalam pembelajaran.

Selain itu, fasilitas dan infrastruktur teknologi di sekolah juga menjadi faktor penentu keberhasilan implementasi peran guru sebagai fasilitator di era digital. Seiring dengan berkembangnya teknologi, berbagai platform dan aplikasi digital telah muncul dan digunakan dalam pembelajaran. Platform seperti Google Classroom, Zoom, dan berbagai aplikasi pembelajaran lainnya telah menjadi bagian integral dari proses pembelajaran, terutama selama pandemi COVID-19. Pandemi ini telah mempercepat adopsi teknologi dalam pendidikan, dan menunjukkan betapa pentingnya teknologi dalam memastikan kelangsungan pembelajaran meskipun dalam kondisi yang tidak ideal. Namun, adopsi teknologi dalam pendidikan juga menimbulkan pertanyaan tentang kesenjangan digital.

Akses terhadap teknologi dan internet belum merata bagi semua siswa, hal ini bisa menyebabkan ketidaksetaraan dalam pembelajaran. Oleh karena itu, sebagai fasilitator, guru harus melakukan lebih dari sekedar menyampaikan informasi kepada siswa; mereka juga harus memastikan bahwa semua siswa, tidak peduli apakah mereka memiliki akses ke teknologi, dapat belajar dalam lingkungan yang menyenangkan, penuh kegembiraan, dan antusias. Guru juga harus memastikan bahwa semua siswa memiliki akses ke lingkungan belajar yang mudah diakses, dan bahwa siswa dapat berani mengungkapkan pendapat mereka secara terbuka (Fauzi et al, 2022). Pembelajaran biologi sebagai salah satu disiplin ilmu yang kompleks dan memerlukan pemahaman mendalam terhadap konsep-konsep yang abstrak. Adanya paradigma yang berkembang bahwa biologi adalah pelajaran yang sulit dipelajari karena banyak istilah asing dan banyak yang harus dihafal (Nana et al, 2019). Namun, sebenarnya di era digital saat ini, pembelajaran biologi sangat diuntungkan dengan adanya teknologi digital. Konsep pembelajaran di era digital ini, yaitu adanya pemanfaatan teknologi sebagai alat bantu dalam proses belajar-mengajar adalah (Ariani, et al., 2023).

Teknologi memungkinkan penyajian materi biologi menjadi lebih interaktif dan menarik, misalnya melalui penggunaan simulasi, laboratorium virtual, video pembelajaran, dan sumber daya online lainnya. Dengan teknologi ini, siswa dapat mengamati fenomena biologis yang sulit direplikasi di lingkungan kelas tradisional, sehingga meningkatkan pemahaman dan minat mereka terhadap mata pelajaran ini. Dengan kata lain, teknologi dapat membantu siswa memahami konsep-konsep biologi yang kompleks dengan cara yang lebih visual dan menarik. Selain itu, teknologi juga memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen virtual yang mungkin tidak dapat dilakukan di laboratorium sekolah karena keterbatasan alat dan bahan. Namun, transformasi peran guru sebagai fasilitator ini juga menimbulkan tantangan tersendiri bagi guru biologi di era digital saat ini. Guru harus menguasai keterampilan teknologi yang diperlukan untuk menggunakan perangkat dan aplikasi digital secara efektif dalam proses pembelajaran.

Pengetahuan teknologi seorang guru meliputi pemahaman tentang penggunaan perangkat lunak dan perangkat keras komputer atau teknologi dalam konteks pendidikan (Suyamto, et al, 2020). Dalam hal ini, guru harus mampu memilih dan mengintegrasikan sumber daya digital yang relevan dan berkualitas sesuai dengan kebutuhan pembelajaran, serta mengelola kelas digital yang mungkin memiliki dinamika berbeda dibandingkan dengan kelas konvensional. Selain keterampilan teknis, peran guru sebagai fasilitator juga mencakup kemampuan untuk membimbing dan memotivasi siswa agar aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Di era digital,

siswa memiliki akses yang hampir tak terbatas ke informasi melalui internet. Tugas guru adalah membantu siswa menyaring informasi tersebut, mengkritisnya, dan mengaplikasikannya dalam konteks pembelajaran biologi. Guru juga harus membuat lingkungan belajar yang kolaboratif dan kooperatif, di mana siswa merasa nyaman untuk berbagi ide dan bekerja sama. Dengan demikian, transformasi peran guru menjadi fasilitator yang memanfaatkan teknologi digital dalam pembelajaran biologi tidak hanya meningkatkan kualitas pembelajaran, tetapi juga mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan di masa depan. Guru yang mampu mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran tidak hanya membantu siswa dalam memahami materi pelajaran tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan digital yang sangat dibutuhkan di era modern ini. Selain itu, guru juga harus dapat menilai efektivitas penggunaan teknologi dalam pembelajaran dan melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk mencapai hasil belajar yang optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi di era digital, bagaimana guru biologi mengimplementasikan peran fasilitator dalam kelas di era digital, serta apa saja tantangan yang dihadapi dalam proses tersebut, dan bagaimana seorang guru biologi mengatasi tantangan tersebut untuk memastikan pembelajaran yang efektif. Dengan demikian, diharapkan bahwa penelitian ini dapat memberikan kontribusi untuk berkembangnya strategi pembelajaran biologi yang lebih efektif, efisien, dan relevan di era digital. Dapat memberikan wawasan tentang bagaimana guru dapat mengoptimalkan peran mereka sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mendukung dan menghambat implementasi peran tersebut. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengambil kebijakan pendidikan dalam merancang program pelatihan dan pengembangan kompetensi profesional bagi guru agar lebih siap dan kompeten dalam menggunakan teknologi digital untuk mendukung proses pembelajaran.

## Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka untuk mengeksplorasi peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi di era digital dengan mengumpulkan dan menganalisis literatur yang relevan, dimana subjek penelitian ini adalah Guru Biologi. Literatur yang ditelaah mencakup buku dan artikel jurnal. Metode ini digunakan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang topik yang diteliti, serta mengulas berbagai literatur terkait peran guru sebagai fasilitator, teknologi pendidikan, dan penelitian terdahulu mengenai integrasi teknologi dalam pembelajaran biologi. Dengan menggunakan metode ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman menyeluruh tentang peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi di era digital serta rencana yang dapat digunakan untuk menghadapi tantangan pembelajaran di era digital ini.

Proses penelitian dimulai dengan penentuan kriteria inklusi dan eksklusi yang dirancang untuk memastikan kualitas dan relevansi literatur yang dikumpulkan. Kriteria inklusi mencakup literatur yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir, sehingga informasi yang diperoleh relevan dengan konteks teknologi pendidikan terkini dan perkembangan dalam pembelajaran biologi. Selain itu, literatur yang dipilih harus berfokus pada pembelajaran biologi dan mencakup penggunaan teknologi digital dalam proses pengajaran. Sementara itu, kriteria eksklusi dirancang untuk mengeliminasi literatur yang tidak relevan atau tidak memenuhi standar kualitas penelitian. Kriteria ini mencakup literatur yang tidak langsung berkaitan dengan topik penelitian, seperti sumber yang membahas subjek selain biologi atau teknologi pendidikan, serta publikasi

yang tidak memenuhi standar akademik, seperti artikel dari sumber yang tidak terverifikasi atau tanpa referensi yang memadai.

Setelah menentukan kriteria, langkah berikutnya adalah pengumpulan literatur yang relevan. Proses ini melibatkan pencarian dan identifikasi buku, artikel jurnal, dan sumber akademis lainnya melalui database akademik seperti Google Scholar. Pencarian dilakukan dengan kata kunci yang relevan seperti "peran guru sebagai fasilitator", "teknologi pendidikan dalam biologi", dan "pembelajaran biologi di era digital". Setelah literatur ditemukan, analisis dimulai dengan merangkum temuan utama dari setiap sumber yang dikaji. Langkah ini mencakup identifikasi informasi kunci seperti tujuan penelitian, metodologi yang digunakan, hasil temuan, dan kesimpulan yang ditarik oleh penulis. Evaluasi metodologi dari setiap studi juga penting untuk menilai keandalan dan validitas hasil. Ini termasuk memeriksa desain penelitian, teknik pengumpulan data, dan analisis yang diterapkan. Literatur yang memiliki metodologi yang solid dan transparan akan lebih diperhatikan dalam proses sintesis.

Setelah literatur dirangkum dan dievaluasi, langkah selanjutnya adalah membandingkan temuan dari berbagai sumber untuk mengidentifikasi pola, tren, dan perbedaan. Proses ini melibatkan analisis kritis terhadap setiap temuan untuk memahami bagaimana hasil-hasil tersebut dapat saling melengkapi atau bertentangan. Misalnya, jika beberapa studi menunjukkan bahwa teknologi digital meningkatkan keterlibatan siswa, sedangkan studi lain tidak menemukan hasil yang sama, perbedaan ini perlu dianalisis untuk memahami konteks dan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil tersebut. Proses sintesis ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang peran guru sebagai fasilitator dalam konteks teknologi pendidikan untuk pembelajaran biologi. Sintesis melibatkan integrasi temuan dari berbagai studi untuk menghasilkan wawasan yang lebih lengkap tentang efektivitas strategi pengajaran dan teknologi yang digunakan.

Terakhir, hasil dari analisis dan sintesis disusun dalam bentuk abstrak dan bagian metode penelitian. Abstrak memberikan ringkasan singkat tentang pendekatan dan hasil utama dari penelitian, sementara bagian metode menyajikan penjelasan rinci tentang proses pengumpulan, analisis, dan sintesis literatur. Dengan pendekatan ini, penelitian bertujuan untuk memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman tentang peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi di era digital dan mengeksplorasi potensi teknologi bagi dunia pendidikan.

## Hasil

Hasil penelitian yang mencakup rangkuman literatur yang ditinjau, metode yang digunakan untuk evaluasi, temuan dari setiap literatur, serta evaluasi literatur berdasarkan fokus kajian artikel. Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai literatur yang relevan dengan peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi di era digital.

Table 1 Penelitian yang Relevan

Penulis dan Tahun	Judul	Temuan & Evaluasi
Afriani, G., Soegiarto, I., Suyuti, S., Amarullah, A., & Aristanto, A. (2024)	Transformasi Guru sebagai Fasilitator Pembelajaran di Era Digital	Artikel ini relevan karena mengkaji peran guru sebagai fasilitator di era digital. Temuan mereka dapat dijadikan landasan teori tentang perubahan peran guru di era digital, termasuk dalam pembelajaran biologi.
Akbar, M. R., Ningtyas, S., Aziz, F., Rini, F., Putra, I. N. A. S., Adhicandra, I., ... & Junaidi, S. (2023)	MULTIMEDIA: Teori dan Aplikasi dalam Dunia Pendidikan	Mengkaji teori dan aplikasi multimedia dalam pendidikan yang relevan untuk pengembangan media pembelajaran biologi digital.

Penulis dan Tahun	Judul	Temuan & Evaluasi
Ariani, M., Zulhawati, Z., Haryani, H., Zani, B. N., Husnita, L., Firmansyah, M. B., ... & Hamsiah, A. (2023)	Penerapan Media Pembelajaran Era Digital	Fokus pada penerapan media pembelajaran digital yang mendukung peran guru biologi sebagai fasilitator.
Aswan, D. M., Muswita, M., Harlis, H., Johari, A., & Budiarti, R. S. (2024)	Workshop Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Digital Menggunakan Aplikasi FlipBuilder untuk Guru MGMP Biologi SMA	Memberikan panduan praktis tentang pembuatan media pembelajaran interaktif yang relevan untuk pembelajaran biologi.
Dacholfany, M. I., Nasar, I., Zulfikar, M. R., Machsunah, Y. C., Wahyuningsih, D., & Sitopu, J. W. (2023)	Program Pelatihan Guru Lintas Provinsi Dalam Peningkatan Kualitas Pembelajaran	Mengkaji program pelatihan guru yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran biologi melalui pengembangan peran fasilitator.
Dewantara, A. H., Amir, B., & Harnida, H. (2021)	Kreativitas Guru Dalam Memanfaatkan Media Berbasis It Ditinjau Dari Gaya Belajar Siswa	Menekankan pentingnya kreativitas guru dalam memanfaatkan media IT, yang penting untuk peran fasilitator dalam pembelajaran biologi di era digital.
Fitria, Y., & Indra, W. (2020)	Pengembangan model pembelajaran PBL berbasis digital untuk meningkatkan karakter peduli lingkungan dan literasi sains	Mengembangkan model PBL berbasis digital yang relevan untuk pembelajaran biologi dan mendukung peran guru sebagai fasilitator.
Hapsah, S. (2022)	Tantangan Guru Indonesia Dalam Pembelajaran Abad 21	rtikel ini mengeksplorasi berbagai tantangan yang dihadapi oleh guru Indonesia dalam konteks pembelajaran abad 21, termasuk adaptasi terhadap teknologi digital dan inovasi pedagogis. Meskipun tidak secara khusus membahas pembelajaran biologi, insight mengenai tantangan umum ini sangat relevan untuk memahami konteks peran guru sebagai fasilitator. Artikel ini memberikan perspektif penting tentang bagaimana guru biologi dapat mengatasi tantangan-tantangan tersebut dan meningkatkan kompetensi mereka dalam memfasilitasi pembelajaran berbasis teknologi.
Hasliyah, S., Sofyan, A., & Fadilah, E. (2022)	Kompetensi Literasi Digital Peserta Didik pada Mata Pelajaran Biologi	Artikel ini sangat relevan karena fokus pada kompetensi literasi digital dalam pelajaran biologi, yang merupakan aspek penting dalam peran guru sebagai fasilitator di era digital.
Kurniawati, I. L., Setyosari, P., Dasna, I. W., & Praherdhiono, H. (2021)	Problem-Based Flipped Classroom dalam Pembelajaran Sains	Model Problem-Based Flipped Classroom yang dikembangkan dapat diterapkan dalam pembelajaran biologi untuk meningkatkan peran guru sebagai fasilitator.
Miftah, M., & Rokhman, N. (2022)	Kriteria pemilihan dan prinsip pemanfaatan media pembelajaran berbasis TIK sesuai kebutuhan peserta didik	Artikel ini mengulas kriteria pemilihan dan prinsip penggunaan media pembelajaran yang berbasis teknologi informasi dan komunikasi (TIK) sesuai dengan kebutuhan siswa. Meskipun fokus utamanya tidak secara khusus pada pembelajaran biologi, informasi yang disajikan sangat relevan untuk guru biologi yang berperan sebagai fasilitator. Artikel ini memberikan panduan praktis mengenai bagaimana memilih dan menggunakan media TIK yang efektif, yang merupakan aspek penting dalam mendukung pembelajaran berbasis digital. Insight ini dapat

Penulis dan Tahun	Judul	Temuan & Evaluasi
		membantu guru biologi dalam mengintegrasikan media digital secara efektif dalam pembelajaran biologi, meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa.
Muin, A. (2024)	Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dalam Pendidikan	Menyajikan peran teknologi informasi dan komunikasi dalam pendidikan, yang relevan untuk memahami bagaimana guru biologi dapat memanfaatkan teknologi sebagai fasilitator.
Novelita, N., Devian, L., Sufyarma, S., & Rifma, R. (2023)	Strategi Pengembangan Profesionalisme Guru dalam Konteks Manajemen Berbasis Sekolah Dasar di Era Digital	Menyajikan strategi untuk pengembangan profesionalisme guru yang dapat digunakan oleh guru biologi sebagai fasilitator.
Prastowo, A. (2020)	Desain Profil Guru Pembelajar Di Abad 21 Dan Era Revolusi Industri 4.0 Dalam Konteks Indonesia	Menyajikan desain profil guru abad 21 yang relevan untuk memahami peran guru biologi sebagai fasilitator di era digital.
Sampelolo, R., Lura, H., & Pratama, M. P. (2023)	Km Sosialisasi Desain Bahan Ajar Digital Bagi Guru Di Sma Toraja Utara	Memberikan panduan praktis tentang desain bahan ajar digital, yang dapat membantu guru biologi dalam mengembangkan materi pembelajaran berbasis digital.
Sari, A. A., Nuromliah, H. S., Marlinda, S., & Marini, A. (2024)	Tantangan Dan Peluang Implementasi Teknologi Dalam Manajemen Pendidikan Di Era Digital	Mengkaji tantangan dan peluang implementasi teknologi dalam pendidikan, yang memberikan wawasan penting bagi guru biologi sebagai fasilitator dalam mengatasi tantangan tersebut.
Septikasari, R., & Frasandy, R. N. (2018)	Keterampilan 4C abad 21 dalam pembelajaran pendidikan dasar	Artikel ini membahas keterampilan abad 21 yang relevan dengan peran guru sebagai fasilitator. Meskipun fokusnya pada pendidikan dasar, prinsip-prinsip keterampilan 4C sangat aplikatif dalam pembelajaran biologi di tingkat SMA. Literasi digital yang dibahas dalam artikel ini juga penting bagi guru biologi dalam memanfaatkan teknologi digital untuk memfasilitasi pembelajaran yang interaktif dan kolaboratif. Artikel ini memberikan kerangka kerja untuk meningkatkan keterampilan 4C dalam pengajaran biologi.
Supriadi, M., & Hignasari, L. V. (2019)	Pengembangan media virtual reality pada muatan pelajaran IPA Kelas VI Sekolah Dasar	Meskipun fokus pada media virtual reality untuk pelajaran IPA, konsep dan implementasi VR bisa diterapkan dalam pembelajaran biologi untuk meningkatkan pengalaman belajar siswa.
Surachman, A., Putri, D. E., & Nugroho, A. (2024)	Transformasi Pendidikan di Era Digital Tantangan dan Peluang	Artikel ini sangat relevan karena membahas transformasi pendidikan di era digital. Pembahasan mengenai tantangan dan peluang implementasi teknologi dalam pendidikan memberikan wawasan yang berguna untuk memahami peran guru biologi sebagai fasilitator. Artikel ini membantu mengidentifikasi kendala yang mungkin dihadapi guru dan bagaimana mereka dapat mengatasi serta memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan pembelajaran biologi.
Zahwa, F. A., & Syaff'i, I. (2022)	Pemilihan pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi informasi	Membahas pemilihan dan pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi informasi yang relevan bagi guru biologi.

## **Pembahasan**

### ***Peran Guru sebagai Fasilitator***

Di era digital yang terus berkembang, menyebabkan perubahan signifikan bagi dunia pendidikan, termasuk transformasi peran guru. Guru tidak lagi hanya berperan sebagai penyampai informasi secara sepihak, tetapi menjadi fasilitator yang membantu siswa menjadi lebih aktif dan mendorong mereka untuk berpartisipasi dalam proses pembelajaran. (Surachman, et al, 2024). Di era digital, peran guru sebagai fasilitator pembelajaran melibatkan pergeseran paradigma dari pembelajaran yang berpusat pada guru ke pendekatan pembelajaran yang lebih berfokus pada siswa (Afriani, et al., 2024). Oleh karena itu, untuk merespon perubahan yang ada, seorang guru yang harus terus belajar agar bisa beradaptasi dengan perubahan dan menerapkannya dalam tugas mereka (Prastowo, 2020).

Pendekatan yang berorientasi pada siswa menempatkan siswa sebagai pusat dari proses pembelajaran, di mana guru berperan sebagai fasilitator yang mendukung pembelajaran mandiri dan kolaboratif. Guru dalam hal ini, tidak sepenuhnya menyerahkan kontrol pembelajaran kepada siswa, sebab intervensi guru sebagai fasilitator yang mendorong mereka untuk bertanggung jawab atas proses pembelajaran mereka (Hapsah, 2022). Guru sebagai fasilitator dalam hal ini berperan untuk mendukung, membimbing, dan menyediakan berbagai sumber yang diperlukan untuk pembelajaran mandiri dan kolaboratif. Teknologi digital memainkan peran penting dalam mendukung hal ini, karena memungkinkan siswa untuk mengakses informasi secara mandiri, berkolaborasi dengan teman kelas, serta belajar sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar mereka masing-masing.

Pembelajaran biologi, peran guru sebagai fasilitator menjadi krusial dalam memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dan menginspirasi minat serta pemahaman siswa terhadap mata pelajaran ini. Tradisionalnya, guru dalam pembelajaran biologi seringkali sebatas menyampaikan informasi berupa teori, konsep, dan fakta-fakta ilmiah kepada siswa. Pendekatan ini sering kali menekankan pada hafalan dan pemahaman teoritis, dengan sedikit ruang bagi siswa untuk aktif berpartisipasi dalam proses belajar. Namun, dengan berkembangnya teknologi digital, paradigma ini mengalami perubahan signifikan. Di era digital, guru biologi berperan lebih dari sekadar penyampai informasi, tetapi harus menjadi fasilitator yang mendukung siswa dalam memahami konsep-konsep biologi yang kompleks melalui penggunaan teknologi. Saat ini, informasi tentang biologi dapat ditemukan dengan mudah di internet, tetapi tidak semua informasinya akurat atau dapat diandalkan. Karena banyaknya informasi, siswa juga harus mampu menyortir sumber informasi yang relevan dan berkualitas, serta menilai sumber informasi secara jujur, dapat diandalkan, dan terbaru (Hasliyah, et al., 2022). Oleh karena itu, guru sebagai fasilitator memandu siswa dalam mencari informasi, mengkritisi sumber-sumber digital, dan menerapkan pengetahuan yang diperoleh dalam konteks yang relevan.

Guru harus menuntun siswa untuk mengevaluasi kredibilitas situs web dan artikel yang digunakan sebagai sumber belajar, serta mengidentifikasi bias dan ketidakakuratan dalam informasi yang ditemukan secara online. Dengan bimbingan guru, siswa dapat belajar bagaimana membedakan antara informasi yang didukung oleh penelitian ilmiah dan informasi yang tidak akurat. Misalnya, ketika mempelajari tentang perubahan iklim, siswa perlu mengakses data ilmiah terbaru dari sumber terpercaya seperti jurnal akademik dan situs web institusi ilmiah yang kredibel. Sebagai salah satu ilmu sains, pembelajaran biologi menuntut siswa mampu mengungkapkan pendapat secara ilmiah dalam proses penelaahan, menyusun tahapan-tahapan

ilmiah, dan mengemukakan ide-ide untuk memberikan solusi ilmiah atas permasalahan di lingkungan sekitarnya (Kurniawati, et al., 2021). Dengan demikian, sangat penting untuk melatih kemampuan untuk mengkritisi informasi membantu siswa memahami berbagai perspektif dalam isu-isu biologi dan mengembangkan argumen yang didasarkan pada bukti ilmiah. Ini juga mendorong mereka untuk berpikir kritis tentang implikasi etis dan lingkungan dari teknologi biologi, seperti rekayasa genetika dan bioteknologi.

Memanfaatkan teknologi digital, guru juga dapat membuat pembelajaran biologi lebih menarik dan interaktif. Salah satu kelebihan media pembelajaran digital yaitu meningkatkan interaksi antara siswa dan guru, serta memudahkan guru dalam menyempurnakan dan menyimpan materi pembelajaran (Aswan, et al., 2024). Teknologi digital membuka peluang untuk memanfaatkan berbagai jenis sumber belajar seperti video, gambar, dan aplikasi interaktif, yang dapat membantu pemahaman siswa terhadap materi pelajaran, sehingga guru perlu mengupayakan pembelajaran yang menarik dengan bantuan berbagai media, mulai dari proyektor yang menampilkan gambar bergerak hingga pendekatan audiovisual yang menarik bagi siswa. Misalnya, menggunakan simulasi virtual untuk memperlihatkan proses biologis yang kompleks atau aplikasi interaktif yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara virtual. Alat-alat ini tidak hanya membantu memperjelas konsep-konsep biologi yang sulit dipahami tetapi juga meningkatkan minat belajar siswa terhadap pembelajaran biologi. Hal ini juga dapat dilakukan sebagai alternatif praktikum, bila di sekolah tidak tersedia alat dan bahan yang memadai. Dengan demikian, peran guru sebagai fasilitator dalam era digital tidak hanya membantu siswa mengembangkan keterampilan siswa mengkritisi informasi, tetapi juga memperkaya pengalaman belajar mereka dalam pembelajaran biologi, membuka wawasan kritis terhadap isu-isu biologi di masa depan.

Pembelajaran biologi juga mencakup literasi sains, yaitu kemampuan memahami dan menerapkan sains untuk memecahkan masalah sehari-hari (Fitria et al, 2020). Sebagai fasilitator, guru mengusahakan agar siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan yang telah mereka peroleh untuk memecahkan masalah nyata dan relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka. Di era digital, hal ini dapat dioptimalkan dengan teknologi yang memungkinkan siswa mengaitkan teori yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari, misalnya, melalui proyek berbasis masalah (*problem-based learning*), guru dapat menantang siswa untuk mencari solusi atas isu-isu lingkungan seperti perubahan iklim, konservasi keanekaragaman hayati, atau dampak polusi terhadap ekosistem. Dengan bantuan teknologi digital, siswa dapat mengakses data real-time dari berbagai sumber, menganalisis informasi dan menyajikan temuan tersebut menggunakan alat presentasi digital. Hal ini tentunya memperkaya informasi yang dapat dikaji dalam pembelajaran. Selain itu, guru dapat menggunakan teknologi untuk mensimulasikan kondisi dunia nyata yang tidak dapat dihadirkan di dalam kelas. Salah satu media pembelajaran digital yang dapat digunakan yaitu *virtual reality (VR)* yang berfungsi untuk memvirtualisasikan objek menjadi nyata (Supriadi et al, 2019).

Media ini sangat membantu guru dalam menyampaikan konsep-konsep yang sulit dihadirkan langsung dalam pembelajaran, serta materi abstrak. Contoh *virtual reality (VR)*, simulasi lingkungan, museum VR, dan gim VR (Akbar, et al., 2023). Misalnya, simulasi virtual tentang siklus hidup organisme, ekosistem, atau reaksi biokimia memberikan siswa pengalaman yang lebih mendalam dan interaktif. Hal ini tidak hanya meningkatkan minat siswa terhadap biologi, tetapi juga membantu mereka memahami konsep-konsep yang abstrak dengan lebih baik. Dengan demikian, siswa tidak hanya memahami teori tetapi juga melihat bagaimana teori tersebut berlaku dalam situasi nyata.

Agar peran sebagai fasilitator dapat relevan dan efektif dalam pembelajaran, guru harus terus mengembangkan kompetensinya dalam menggunakan teknologi. Sebagai fasilitator, guru biologi perlu mengembangkan beberapa kemampuan kunci, diantaranya 1) Kemampuan teknologi, dimana guru harus memahami dan mampu mengoperasikan berbagai teknologi digital yang relevan dengan pembelajaran biologi, seperti perangkat lunak simulasi, aplikasi interaktif, dan platform e-learning. Pemahaman ini tidak hanya mencakup penggunaan teknologi secara praktis, tetapi juga kemampuan untuk memilih media pembelajaran yang paling sesuai dengan kebutuhan siswa (Miftah et al, 2022). Diperlukan perencanaan yang matang sangat dalam mempersiapkan media agar media tersebut dapat berfungsi dan mencapai tujuannya sebagai alat yang mendukung pelaksanaan proses pembelajaran yang efektif (Ariani et al, 2023; Dewantara et al, 2021). Dalam hal ini, keterampilan guru dalam menggunakan teknologi menjadi sangat penting, karena guru tidak hanya harus mampu mengoperasikan perangkat dan aplikasi, tetapi juga harus memiliki kemampuan untuk merancang dan mengintegrasikan teknologi tersebut dalam pembelajaran secara efektif dan sesuai dengan topik materi biologi yang diajarkan. Oleh karena itu, guru harus memahami manfaat setiap teknologi digital yang sesuai dalam meningkatkan pemahaman siswa, serta mampu mengatasi tantangan teknis yang mungkin muncul selama proses pembelajaran. 2) Kemampuan kolaborasi dan komunikasi. Kolaborasi adalah ketika siswa dapat bekerja sama dalam kelompok dengan bimbingan guru dan mencapai tujuan belajar bersama dalam interaksi sosial (Septikasari et al, 2018). Oleh karena itu, guru perlu memiliki kemampuan untuk memfasilitasi kolaborasi antara siswa, baik dalam bentuk kerja kelompok maupun proyek kolaboratif yang memanfaatkan teknologi. Hal tersebut juga didukung oleh kemampuan untuk berkomunikasi secara efektif yang dibangun oleh guru melalui berbagai media digital untuk mendukung interaksi yang produktif dalam pembelajaran. 3) Kemampuan menyesuaikan konten dan desain pembelajaran. Sebagai fasilitator, guru harus mampu menyesuaikan konten pembelajaran dengan teknologi digital yang relevan (Zahwa et al, 2022). Hal ini bertujuan agar integrasi berbagai sumber daya digital yang efektif dapat menciptakan pengalaman belajar yang bermakna dan relevan dengan kebutuhan siswa

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi dengan menggunakan teknologi digital memberikan beberapa manfaat signifikan, diantaranya 1) Meningkatkan keterlibatan siswa. Siswa dapat berpartisipasi lebih aktif dalam pembelajaran melalui simulasi, aktivitas interaktif, dan video. 2) Mendukung pembelajaran mandiri, dalam hal ini teknologi memungkinkan siswa mengeksplorasi konten lebih dalam sesuai dengan minat mereka dan belajar secara mandiri, sesuai dengan ritme dan gaya belajar masing-masing. 3) Meningkatkan kreativitas dan inovasi. Fasilitasi dengan teknologi digital mendorong siswa untuk berpikir kritis, mengemukakan ide solusi ilmiah, dan mengeksplorasi ide-ide baru terkait dengan konsep-konsep biologi yang dipelajari. Dengan dukungan yang tepat oleh guru sebagai fasilitator pembelajaran dapat memaksimalkan potensi era digital untuk membuat pengalaman belajar yang lebih bermakna dan efektif bagi siswa mereka dalam pembelajaran biologi.

### ***Tantangan Guru sebagai Fasilitator di Era Digital***

Meskipun kemajuan teknologi memberikan banyak peluang, ada beberapa tantangan yang harus dihadapi oleh guru biologi sebagai fasilitator. Pertama, keterampilan teknologi yang diperlukan. Tidak semua guru memiliki kemampuan atau kepercayaan diri yang cukup untuk menggunakan alat-alat digital secara efektif. Hal ini dapat menghambat guru dalam memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan pembelajaran (Sampelolo, et al, 2023). Selain itu, guru juga diperhadapkan dengan tantangan dalam mengintegrasikan teknologi secara

pedagogis. Bukan hanya menggunakan teknologi secara teknis, guru harus memahami bagaimana teknologi dapat digunakan untuk mendukung tujuan pembelajaran yang tepat dan meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Oleh karena itu, pada pembelajaran biologi, diperlukan perencanaan yang cermat dan pemahaman yang mendalam tentang kurikulum biologi serta metode pengajaran yang efektif terintegrasi teknologi. Kedua, keterbatasan infrastruktur teknologi di beberapa sekolah dapat menjadi kendala. Tidak semua sekolah memiliki akses ke perangkat keras dan perangkat lunak terbaru, akibatnya konektivitas internet yang memadai untuk kurang mendukung pembelajaran digital secara optimal. Hal ini dapat menghambat eksplorasi materi pembelajaran tambahan yang dapat memperkaya pemahaman siswa tentang materi-materi kajian biologi.

Ketiga, keterbatasan akses terhadap teknologi juga menjadi masalah, terutama di daerah semua yang kurang berkembang. Hal ini mengakibatkan tidak individu memiliki kesempatan yang sama untuk mengakses teknologi atau sambungan internet yang stabil (Muin, 2024). Kesenjangan digital ini dapat menghambat upaya guru dalam memanfaatkan teknologi untuk pembelajaran. Selain itu, infrastruktur teknologi yang tidak memadai, seperti koneksi internet yang lambat atau perangkat yang kurang memadai, dapat mengurangi efektivitas pembelajaran digital. Selanjutnya, ketidaksetaraan akses teknologi di kalangan siswa membuat beberapa siswa yang tidak memiliki perangkat digital atau akses internet yang memadai di rumah, yang dapat menghambat partisipasi mereka dalam pembelajaran digital dan memperbesar kesenjangan pendidikan. Guru harus mencari cara baru untuk menyelesaikan masalah ini untuk memastikan bahwa setiap siswa, terlepas dari latar belakang mereka, memiliki kesempatan yang sama untuk belajar dan berkembang.

Keempat, resistensi terhadap perubahan. Beberapa guru mungkin merasa nyaman dengan metode pengajaran tradisional dan enggan untuk beralih ke metode pembelajaran yang melibatkan teknologi baru (Sari, et al., 2024). Hal ini dapat menghambat inovasi dalam proses belajar-mengajar, serta mengurangi peluang siswa untuk mendapatkan pengalaman belajar yang lebih interaktif, seperti simulasi digital ataupun penggunaan perangkat lunak lainnya untuk visualisasi materi abstrak, serta memperlebar kesenjangan keterampilan digital antara siswa, sehingga menghambat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep biologi yang kompleks.

### ***Strategi menghadapi Tantangan Guru sebagai Fasilitator di Era Digital***

Ada beberapa strategi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah dan memanfaatkan peluang. Pertama, ada pelatihan dan pengembangan profesional untuk guru. Pelatihan memberi guru kesempatan untuk mengembangkan dan meningkatkan kemampuan mereka, termasuk cara menggunakan teknologi dalam pembelajaran (Dacholfany, et al., 2023). Pelatihan tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis guru, tetapi juga mempersiapkan guru dalam menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan kolaboratif, sehingga sebagai fasilitator, guru dapat membantu siswa untuk mengeksplorasi berbagai sumber daya digital, menganalisis informasi secara kritis, dan mengaplikasikannya dalam pembelajaran biologi. Dengan demikian, diharapkan pelatihan tersebut dapat meningkatkan keterampilan teknologi guru dan memberikan kepercayaan diri dalam menggunakan alat digital.

Kedua, untuk memastikan bahwa semua siswa memiliki akses yang sama ke perangkat dan koneksi internet, sekolah harus memastikan bahwa mereka memiliki infrastruktur jaringan yang cukup untuk memaksimalkan penggunaan teknologi (Novelita, et al., 2023). Ini termasuk menyediakan perangkat keras dan lunak yang diperlukan serta dukungan teknis. Untuk memberikan dukungan teknis, pelatihan rutin bagi guru dan karyawan dapat dilakukan untuk

memastikan mereka kompeten dan terampil untuk menggunakan teknologi secara efektif. Sebagai fasilitator, guru biologi tidak hanya menyampaikan materi pelajaran, tetapi juga membimbing siswa dalam penggunaan teknologi untuk mengeksplorasi dan memahami materi. Dengan akses yang setara terhadap teknologi, semua siswa dapat berpartisipasi aktif dalam pembelajaran digital, melakukan eksperimen virtual, dan mengakses informasi terbaru tentang biologi, sehingga siswa dapat merasakan manfaat penuh dari pembelajaran digital.

Ketiga, penting untuk menciptakan budaya sekolah yang mendukung inovasi. Sekolah harus mendorong guru untuk mencoba metode pengajaran baru dan berbagi pengalaman mereka. Sekolah dapat membantu membentuk komunitas belajar di mana guru berkumpul dan berbagi ide tentang cara terbaik untuk menggunakan teknologi (Novelita, et al., 2023). Selain itu, hal ini dapat diperluas menjadi kolaborasi antara guru, baik di dalam maupun di luar sekolah, dapat membantu dalam berbagi praktik terbaik dan sumber daya. Bagi guru sebagai fasilitator yang bukan hanya pengajar tetapi juga pembimbing dalam proses belajar siswa. Dengan komunitas belajar yang aktif, guru dapat terus memperbarui dan meningkatkan kemampuan mereka serta menemukan cara baru untuk menggunakan teknologi dalam pendidikan. Dengan mengadopsi strategi-strategi ini, diharapkan tantangan yang dihadapi oleh guru biologi dapat diatasi, sehingga dapat memainkan peran yang lebih efektif sebagai fasilitator dalam pembelajaran di era digital untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan mempersiapkan siswa untuk menghadapi kemajuan di era teknologi.

## **Kesimpulan**

Era digital saat ini, peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi menjadi semakin penting. Guru tidak lagi hanya berfungsi sebagai penyampai informasi, tetapi juga sebagai pendukung yang membantu siswa mengakses, memahami, dan mengaplikasikan informasi dari berbagai sumber digital. Pembelajaran biologi yang selama ini dianggap sulit dan membosankan dapat diubah menjadi pengalaman yang lebih interaktif, menyenangkan, dan bermakna dengan memanfaatkan teknologi digital. Dengan dukungan sekolah, infrastruktur teknologi yang memadai, dan adanya pelatihan rutin, guru dapat mengintegrasikan teknologi secara efektif, menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik. Dengan demikian, paradigma pembelajaran biologi yang penuh dengan hafalan dan teori dapat diatasi dan diubah menjadi pembelajaran yang lebih menarik dan sesuai dengan perkembangan zaman. Untuk memperkuat peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi di era digital, guru perlu terus mengembangkan kompetensinya dalam penggunaan teknologi digital melalui pelatihan dan workshop. Pemanfaatan berbagai sumber daya digital, seperti aplikasi edukasi, video interaktif, dan platform e-learning, sangat penting untuk membuat pembelajaran biologi lebih menarik dan interaktif. Guru juga harus menggunakan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa. Pendekatan ini mendorong siswa untuk berpartisipasi secara aktif dalam pembelajaran melalui eksperimen, diskusi, dan proyek berbasis teknologi. Selain itu, membangun jaringan dan kolaborasi dengan rekan sejawat dan komunitas pendidikan dapat membantu guru saling berbagi pengetahuan dan pengalaman dalam memanfaatkan teknologi. Evaluasi rutin terhadap efektivitas penggunaan teknologi dalam pembelajaran biologi juga diperlukan untuk memastikan hasil belajar yang optimal dan melakukan penyesuaian yang diperlukan. Dengan langkah-langkah ini, peran guru sebagai fasilitator dapat semakin diperkuat, menghadirkan pengalaman belajar yang lebih efektif dan menyenangkan bagi siswa di era digital.

## **Acknowledgment**

## Daftar Pustaka

- Afriani, G., Soegiarto, I., Suyuti, S., Amarullah, A., & Aristanto, A. (2024). Transformasi Guru sebagai Fasilitator Pembelajaran di Era Digital. *Global Education Journal*, 2(1), 91-99.
- Akbar, M. R., Ningtyas, S., Aziz, F., Rini, F., Putra, I. N. A. S., Adhicandra, I., ... & Junaidi, S. (2023). *MULTIMEDIA: Teori dan Aplikasi dalam Dunia Pendidikan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Ariani, M., Zuhawati, Z., Haryani, H., Zani, B. N., Husnita, L., Firmansyah, M. B., ... & Hamsiah, A. (2023). Penerapan Media Pembelajaran Era Digital. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Aswan, D. M., Muswita, M., Harlis, H., Johari, A., & Budiarti, R. S. (2024). Workshop Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Digital Menggunakan Aplikasi FlipBuilder untuk Guru MGMP Biologi SMA. *Journal Of Human And Education (JAHE)*, 4(2), 186-195. <https://doi.org/10.31004/jh.v4i2.794>
- Dacholfany, M. I., Nasar, I., Zulfikar, M. R., Machsunah, Y. C., Wahyuningsih, D., & Sitopu, J. W. (2023). Program Pelatihan Guru Lintas Provinsi Dalam Peningkatan Kualitas Pembelajaran. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 4513-4524. <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i2.15992>
- Dewantara, A. H., Amir, B., & Harnida, H. (2021). Kreativitas guru dalam memanfaatkan media berbasis IT ditinjau dari gaya belajar siswa. *AL-GURFAH: Journal of Primary Education*, 1(1), 15-28.
- Fauzi, S. A., & Mustika, D. (2022). Peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran di kelas v sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 4(3), 2492-2500. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i3.5113>
- Fitria, Y., & Indra, W. (2020). Pengembangan model pembelajaran PBL berbasis digital untuk meningkatkan karakter peduli lingkungan dan literasi sains. Deepublish.
- Hapsah, S. (2022). Tantangan Guru Indonesia Dalam Pembelajaran Abad 21. <https://doi.org/10.31237/osf.io/5jxkc>
- Hasliyah, S., Sofyan, A., & Fadilah, E. (2022). Kompetensi Literasi Digital Peserta Didik pada Mata Pelajaran Biologi. *Attractive: Innovative Education Journal*, 4(2), 157-167. <https://doi.org/10.51278/aj.v4i2.420>
- Kurniawati, I. L., Setyosari, P., Dasna, I. W., & Praherdhiono, H. (2021). *Problem-Based Flipped Classroom dalam Pembelajaran Sains*. Deepublish.
- Miftah, M., & Rokhman, N. (2022). Kriteria pemilihan dan prinsip pemanfaatan media pembelajaran berbasis TIK sesuai kebutuhan peserta didik. *Educenter: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(4), 412-420. <https://doi.org/10.55904/educenter.v1i4.92>
- Muin, A. (2024). Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dalam Pendidikan. *Tarqiyah: Jurnal Pendidikan Dan Literasi*, 2(1), 15-24.
- Nana, N., & Surahman, E. (2019, December). Pengembangan inovasi pembelajaran digital menggunakan model blended poe2we di era revolusi industri 4.0. In *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)* (Vol. 4, pp. 82-90). <https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v4i0.35915>
- Novelita, N., Devian, L., Sufyarma, S., & Rifma, R. (2023). Strategi Pengembangan Profesionalisme Guru dalam Konteks Manajemen Berbasis Sekolah Dasar di Era Digital. *Modeling: Jurnal Program Studi PGMI*, 10(3), 380-395. <https://doi.org/10.69896/modeling.v10i3.1673>

- Prastowo, A. (2020). Profil Guru Pembelajar Di Indonesia Dalam Merespon Tantangan Pendidikan Era Revolusi Industri 4.0. *Madrasah: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Dasar*, 12(2), 88-105. <https://doi.org/10.18860/mad.v12i2.9061>
- Sampelolo, R., Lura, H., & Pratama, M. P. (2023). Pkm Sosialisasi Desain Bahan Ajar Digital Bagi Guru Di Sma Toraja Utara. *Resona: Jurnal Ilmiah Pengabdian Masyarakat*, 7(2), 239-247. <https://doi.org/10.35906/Resona.V7i1.1430>
- Sari, A. A., Nuromliah, H. S., Marlinda, S., & Marini, A. (2024). Tantangan Dan Peluang Implementasi Teknologi Dalam Manajemen Pendidikan Di Era Digital. *Cendikia: Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 2(6), 196-204. <https://doi.org/10.572349/cendikia.v2i6.1693>
- Septikasari, R., & Frasandy, R. N. (2018). Keterampilan 4C abad 21 dalam pembelajaran pendidikan dasar. *Tarbiyah Al-Awlad: Jurnal Kependidikan Islam Tingkat Dasar*, 8(2), 107-117. <https://doi.org/10.15548/alawlad.v8i2.1597>
- Supriadi, M., & Hignasari, L. V. (2019). Pengembangan media virtual reality pada muatan pelajaran IPA Kelas VI Sekolah Dasar. *JTP-Jurnal Teknologi Pendidikan*, 21(3), 241-255. <https://doi.org/10.21009/jtp.v21i3.13025>
- Surachman, A., Putri, D. E., & Nugroho, A. (2024). Transformasi Pendidikan di Era Digital Tantangan dan Peluang. *Journal of International Multidisciplinary Research*, 2(2), 52-63. <https://doi.org/10.62504/6y4qb169>
- Suyamto, J., Masykuri, M., & Sarwanto, S. (2020). Analisis kemampuan tpack (technolgical, pedagogical, and content, knowledge) guru biologi sma dalam menyusun perangkat pembelajaran materi sistem peredaran darah. *Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(1), 44-53. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i1.41381>
- Zahwa, F. A., & Syafi'i, I. (2022). Pemilihan pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi informasi. *Equilibrium: Jurnal Penelitian Pendidikan dan Ekonomi*, 19(01), 61-78. <https://doi.org/10.25134/equi.v19i01.3963>