

Nurhanifah Br.  
 Sihombing<sup>1</sup>  
 Sri Yuliani Rezeki  
 Siburian<sup>2</sup>  
 Winda Klarindha<sup>3</sup>  
 Azra Nabila Saragih<sup>4</sup>  
 Kemini Deliana  
 Lumban Gaol<sup>5</sup>  
 Widya Arwita<sup>6</sup>  
 Rizal Mukra<sup>7</sup>

## STUDI KASUS: PENGGUNAAN BAHAN AJAR SUMBER AJAR BIOLOGI DI MAN 2 MODEL MEDAN SEBAGAI TRANSFORMASI PEMBELAJARAN BIOLOGI MELALUI INTEGRASI BAHAN AJAR DIGITAL BERBASIS PJBL

### Abstrak

Bahan ajar adalah materi atau sumber pembelajaran yang disusun dengan cara yang terstruktur dan menyeluruh, mengikuti prinsip-prinsip pembelajaran, dan digunakan oleh guru pada kegiatan belajar mengajar bersama siswa. Penelitian ini berfokus pada integrasi materi ajar digital dalam model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning/PjBL*) guna meningkatkan efektivitas pembelajaran biologi di MAN 2 Model Medan. Metode penelitian ini dilakukan secara kualitatif deskriptif dan menggunakan kuesioner dan wawancara dengan guru dan siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa materi ajar digital, seperti presentasi interaktif, video pembelajaran, dan e-book, dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep biologi dan membuat proses belajar lebih menarik dan interaktif. Guru yang menerapkan PjBL dengan materi ajar digital menemukan bahwa siswa menjadi lebih aktif dan kreatif, dan mereka belajar lebih banyak bekerja sama dan berpikir kritis. Kesimpulan dari penelitian ini mengonfirmasi bahwa penggunaan materi ajar digital dalam pendekatan PjBL berkontribusi pada peningkatan motivasi dan hasil belajar siswa. Oleh sebab itu, integrasi teknologi dalam pembelajaran biologi perlu terus dikembangkan sebagai bagian dari transformasi pendidikan yang relevan dengan kebutuhan siswa abad ke-21.

**Kata kunci :** Bahan Ajar Digital; Pembelajaran Berbasis Proyek; Pembelajaran Biologi

### Abstract

Teaching materials are learning materials or resources that are structured and comprehensive, following learning rules, and used by teachers and students in teaching and learning activities. This study focuses on the integration of digital teaching materials in a project-based learning model (Project-Based Learning/PjBL) to improve the effectiveness of biology learning at MAN 2 Model Medan. The research method used is descriptive qualitative with data collection techniques through questionnaires and interviews with teachers and students. The results of the study indicate that digital teaching materials, such as learning videos, e-books, and interactive presentations, can improve students' understanding of biological concepts and make learning more interesting and interactive. Teachers who implement PjBL with digital teaching materials find that students become more active, creative, and able to develop critical and collaborative thinking skills. The conclusion of this study confirms that the use of digital teaching materials in the PjBL approach contributes to increasing student motivation and learning outcomes. Therefore, the integration of technology in biology learning needs to continue to be developed as part of an educational transformation that is relevant to the needs of 21st century students.

**Keywords:** Digital Teaching Materials; Project Based Learning; Biology Learning

### PENDAHULUAN

Proses pendidikan memberikan peluang bagi siswa untuk menggali kemampuan mereka sehingga keterampilan tersebut dapat terus berkembang, meliputi area sikap baik dalam aspek spiritual maupun sosial, pengetahuan, serta kemampuan yang bermanfaat untuk kehidupan

<sup>1,2,3,4,5,6,7)</sup> Universitas Negeri Medan  
 email: rizalmukra@unimed.ac.id

pribadi, komunitas, negara, dan kesejahteraan manusia (Yusuf *et al.*, 2023). Dalam kegiatan belajar, terdapat dua elemen kunci, yaitu teknik pengajaran dan materi pembelajaran yang berfungsi sebagai alat bantu dalam pengajaran. Metode atau pendekatan yang digunakan oleh guru untuk menyampaikan informasi dan berinteraksi dengan siswa agar proses belajar berjalan dengan baik dan tujuan dicapai disebut sebagai teknik pengajaran. Di sisi lain, materi pembelajaran mencakup semua hal yang ada di sekitar kita yang dapat digunakan untuk meningkatkan proses dan hasil belajar (Cahyadi, 2019).

Penggunaan materi pembelajaran sangat penting untuk kegiatan pengajaran karena materi pembelajaran dapat membantu dan memberikan peluang bagi siswa untuk mendapatkan pengalaman belajar yang nyata. Materi pembelajaran juga dapat memperluas perspektif di dalam ruang kelas, yang memungkinkan pencapaian tujuan pembelajaran dengan lebih efisien dan efektif. Materi pembelajaran bisa diartikan sebagai berbagai jenis media yang menyajikan dan menyimpan data, yang berfungsi untuk membantu siswa dalam proses belajar sebagai bagian dari penerapan kurikulum (Sulastri, 2023).

Peraturan Pemerintah Nomor 19 tahun 2005 Pasal 20 menetapkan bahwa guru harus mengembangkan materi ajar mereka sendiri. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) Nomor 41 Tahun 2007, yang mengatur standar proses, memberikan penjelasan lebih lanjut. Salah satu aspek yang diatur dalam peraturan tersebut adalah perencanaan proses pembelajaran, di mana setiap pendidik di setiap lembaga pendidikan wajib untuk membuat rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). Tujuan dari hal ini mencakup pencapaian kompetensi serta subkompetensi dengan beragam tingkat kompleksitasnya (Ramadhan *et al.*, 2023).

Bahan ajar adalah materi atau sumber pendidikan yang disusun dengan cara yang lengkap juga terorganisir sesuai dengan prinsip-prinsip yang digunakannya oleh pengajar dan peserta didik pada proses pendidikan (Ali, 2018). Peran bahan ajar dalam proses pembelajaran sangatlah krusial, terutama bagi para pengajar. Salah satu sumber yang digunakan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran adalah bahan ajar (Hardianti *et al.*, 2020). Banyak faktor dapat memengaruhi kesulitan belajar, yang dibagi menjadi dua komponen utama: faktor internal dan eksternal. Faktor internal mencakup sikap anak didik terhadap pembelajaran, motivasi untuk belajar, tingkat fokus, metode memahami materi, serta kemampuan untuk mengingat hasil belajar, keterampilan meninjau kembali pengetahuan yang telah dipelajari, pencapaian akademik, rasa percaya diri, kecerdasan, kebiasaan belajar, serta aspirasi yang dimiliki siswa. Sementara itu, faktor eksternal mencakup peran guru dalam membimbing proses pembelajaran, ketersediaan fasilitas dan sumber belajar, kebijakan evaluasi, lingkungan sosial di sekolah, serta kurikulum yang diterapkan (Mukra *et al.*, 2024).

Selain itu, materi pembelajaran memiliki peran penting dalam mendampingi siswa agar dapat belajar, baik secara individual maupun kelompok, dalam konteks sekolah maupun di luar sekolah. Pemahaman mengenai bahan ajar telah mengalami banyak perkembangan, yang mencakup bagaimana materi diorganisasikan serta desainnya (Anggriani *et al.*, 2022). Bahan ajar harus memenuhi standar sebagai alat pendidikan yang efisien, sebab banyak materi yang dipakai dalam proses belajar mengajar masih cenderung fokus hanya pada informasi dari bidang studi dan kurang terstruktur dengan baik. Jika metode pembelajaran tradisional dikombinasikan dengan bahan ajar yang buruk, dapat menyebabkan hasil belajar siswa yang buruk. Selain itu, peran guru yang dulunya merupakan satu-satunya sumber belajar sekarang beralih menjadi fasilitator. Oleh karena itu, diperlukan buku pegangan atau bahan ajar yang membantu guru mengelola proses pembelajaran di kelas serta mengatasi keterbatasan daya serap siswa. (Ramadhan *et al.*, 2023).

Perkembangan teknologi digital sekarang ini semakin banyak digunakan dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk di sektor pendidikan, di mana masyarakat telah menjadikan teknologi sebagai bagian integral dari gaya hidup mereka (Tutuk, 2022). Perubahan digital dalam pendidikan mengacu pada penggunaan teknologi dan inovasi untuk meningkatkan pembelajaran dan manajemen institusi pendidikan. Kemajuan ini telah mengubah banyak hal di banyak bidang, termasuk pendidikan, di mana penggunaan teknologi digital mengubah bagaimana guru mengajar dan bagaimana siswa belajar (Nordin *et al.*, 2023). Setelah pandemi COVID-19 melanda Indonesia dan seluruh dunia, teknologi digital dalam pendidikan, terutama dalam proses pembelajaran, tumbuh dengan cepat (Irawati & Hidayati, 2024).

Digitalisasi pendidikan memiliki banyak keuntungan, salah satunya adalah kemudahan akses. Siswa dapat mengakses berbagai sumber daya dan informasi pembelajaran dari mana saja dengan menggunakan perangkat digital. Akses yang mudah ini tidak hanya membantu siswa tradisional belajar, tetapi juga memberi kesempatan kepada profesional, individu seumur hidup, dan pembelajar dengan beragam kebutuhan belajar. Digitalisasi juga membuat belajar lebih baik dengan membuat siswa lebih terlibat dan bekerja sama. (Dito & Pujiastuti, 2021).

Biologi bukan hanya mengajarkan konsep ilmiah, tetapi juga mendidik siswa untuk berpikir ilmiah dengan cara yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas hasil belajar biologi, model pembelajaran yang lebih inovatif, kreatif, dan efektif diperlukan. Model ini juga harus sesuai dengan kebutuhan siswa di era modern (Anwar et al., 2021). Pembelajaran berbasis proyek adalah pendekatan pembelajaran yang inovatif dan kreatif yang memungkinkan siswa bekerja sama dalam proyek dan mengubah cara mereka belajar di kelas. Model pembelajaran berbasis proyek adalah salah satu pendekatan yang telah banyak dibahas dalam tulisan untuk mengatasi keterbatasan ini. Metode ini memberi siswa kesempatan untuk menjadi lebih mandiri dan meningkatkan potensi mereka. (Hamidah, 2021).

Karena model (Project Based Learning) ini melibatkan segala sesuatu dari pemilihan topik, penentuan pendekatan, pelaksanaan uji coba, penarikan kesimpulan, dan penyampaian hasil proyek, itu memiliki potensi untuk mendorong kreativitas siswa.. Proses pembelajaran menggunakan teknik manajemen proyek yaitu PjBL yang memudahkan peneliti dalam mencocokkan rencana pembelajaran dengan proyek kolaboratif. Hal ini memungkinkan mereka untuk membuat prototipe siklus yang adaptif dengan bahan-bahan biologi yang memenuhi tujuan pembelajaran. Oleh karena itu, peran guru sangat penting dalam membangun kerja sama tim melalui pendekatan pembelajaran yang berhasil. (Hardiyanti et al., 2024).

Model (*Project Based Learning*) ini mampu mendorong pengembangan kreativitas siswa karena melibatkan pemilihan topik, penentuan pendekatan, pelaksanaan uji coba, penarikan kesimpulan, dan penyampaian hasil proyek. Siswa menjadi lebih aktif dan berpartisipasi dalam proses belajar dengan cara ini. Pembelajaran menjadi lebih menyenangkan, dan siswa dapat mengatasi tantangan belajar dengan membuat produk tertentu yang didasarkan pada apa yang telah mereka pelajari. Menurut Purnomo dan Ilyas (2019) Pembelajaran berbasis proyek, juga dikenal sebagai pembelajaran berbasis proyek, mengutamakan partisipasi aktif siswa dalam proyek yang relevan dan menantang. Metode ini meningkatkan pemahaman siswa tentang materi serta kemampuan mereka untuk berpikir kritis, bekerja sama, dan berkomunikasi. PJBL dianggap berguna untuk meningkatkan hasil belajar siswa dan mempersiapkan mereka untuk memecahkan masalah dunia nyata. Fidela 2024 menyatakan Hasil belajar kognitif menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek meningkatkan hasil belajar siswa selain meningkatkan pemahaman konsep mereka. (Mukra & Nasution, 2016).

Pembelajaran berbasis proyek—juga dikenal sebagai pembelajaran berbasis proyek—memiliki beberapa keunggulan dalam proses pembelajaran, antara lain: a) memperdalam pengetahuan dan keterampilan dengan cara yang bermakna (*meaningful use*), b) memperluas perspektif melalui pembelajaran yang autentik dengan perencanaan (*designing*) atau eksplorasi terbuka, serta c) mengembangkan pemahaman melalui pengalaman langsung, baik secara individu maupun melalui kerja sama (Yusika, 2023). Pembelajaran berbasis proyek juga dikenal sebagai "pembelajaran berbasis proyek" merupakan pendekatan yang sesuai dengan kebutuhan kurikulum karena memungkinkan siswa terlibat secara langsung dalam proyek yang berkaitan dengan situasi nyata, baik secara individu maupun kolaboratif. (Yusika, 2023). Pembelajaran berbasis proyek, juga dikenal sebagai " Pembelajaran berbasis proyek adalah metode pembelajaran yang memenuhi persyaratan kurikulum dan memungkinkan siswa berpartisipasi secara langsung dalam proyek yang berkaitan dengan dunia nyata. Dalam konteks pembelajaran biologi, model ini terdapat enam tahap utama, yaitu: a) merumuskan pertanyaan mendasar, b) merancang desain produk, c) menyusun jadwal pengerjaan proyek, d) memantau kinerja siswa dan perkembangan proyek, e) melakukan penilaian hasil, serta f) melakukan evaluasi terhadap hasil proyek dan pengalaman belajar (Pulungan, 2023).

Model pembelajaran berbasis proyek diawali dengan tahap pemecahan masalah. Melalui pendekatan ini, siswa diajak menyelesaikan masalah untuk mendapatkan pengalaman belajar baru yang mungkin digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Ardianti et al., 2017). Aktivitas

pemecahan masalah yang kompleks dianggap penting untuk mengembangkan kemampuan siswa, dan pembelajaran berbasis proyek dipandang cukup efektif dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Dalam model ini, proses belajar dimulai dengan merumuskan pertanyaan hingga menghasilkan produk, sehingga siswa dapat memahami penerapan teori secara langsung. Menurut Riastuti & Febrianti (2021), Pembelajaran berbasis proyek sangat cocok untuk materi biologi karena produk yang dibuat dapat digunakan sebagai media pembelajaran dan digunakan secara praktis.

MAN 2 Model Medan sebagai Lembaga pendidikan memiliki tantangan dalam menyalaraskan kebutuhan kurikulum dengan perkembangan teknologi dan karakteristik siswa generasi digital. Penggunaan bahan dan sumber ajar biologi yang masih konvensional terkadang kurang mampu menarik minat siswa dalam memahami konsep-konsep yang abstrak dan kompleks. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memadukan bahan ajar digital dalam pendekatan (*Project Based Learning*) PjBL untuk mewujudkan pengalaman belajar yang lebih menarik, relevan, dan kontekstual. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji penggunaan bahan dan sumber ajar biologi di MAN 2 Model Medan serta menganalisis efektivitas integrasi bahan ajar digital dalam pendekatan (*Project Based Learning*) PjBL sebagai transformasi pembelajaran biologi. Diharapkan penelitian ini dapat membantu pendidik dan pengambil kebijakan membuat strategi pembelajaran biologi yang berbeda yang sesuai dengan kemajuan teknologi.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Metode ini menggunakan situasi dan kondisi saat penelitian dilakukan untuk menggambarkan, menjelaskan, dan memaparkan fenomena atau objek penelitian secara langsung. Sugiyono (2017) Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh pemahaman dan penjelasan tentang bagaimana materi biologi digunakan untuk mengubah pembelajaran dalam Model Medan MAN 2. Ini dicapai melalui penggabungan bahan pelajaran digital ke dalam model pembelajaran berbasis proyek (PjBL).

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Sekolah MAN 2 Model Medan, yang berlokasi di JL.Williem Iskandar No. 7A, Sidorejo, Kec. Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara 20233, dari 13 Meret 2025 hingga selesai.

### Subjek Penelitian

Subjek penelitian terdiri dari 10 siswa yang mengikuti pembelajaran biologi serta guru biologi yang mengajar di sekolah tersebut. Pemilihan subjek dilakukan secara acak dengan mempertimbangkan keterlibatan mereka dalam penggunaan sumber dan bahan ajar digital.

### Teknik Pengumpulan Data

- Kuesioner, juga disebut angket, adalah metode pengumpulan data yang dilakukan melalui serangkaian pertanyaan tentang topik penelitian. Sugiyono (2017:142) menyatakan bahwa kuesioner ini disusun sebagai pernyataan atau pertanyaan, dan responden diminta untuk memberikan tanggapan. Angket ini didistribusikan secara online menggunakan Google Form. Angket ini terdiri dari lima belas pertanyaan yang berfokus pada penggunaan bahan ajar biologi, sumber belajar, dan integrasi bahan ajar digital dalam model pembelajaran Project-Based Learning (PjBL).
- Wawancara dilakukan terhadap guru Biologi yang mengajar dengan integrasi bahan ajar digital dalam PjBL. Menurut pendapat dari Sugiyono (2017:231) Wawanacara adalah pertemuan dua orang yang dilakukan melalui tanya jawab untuk bertukar informasi dan ide untuk menentukan arti suatu topik. Ini digunakan sebagai metode pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk mengidentifikasi masalah yang perlu diteliti, serta ketika peneliti ingin mendapatkan lebih banyak informasi dari responden.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

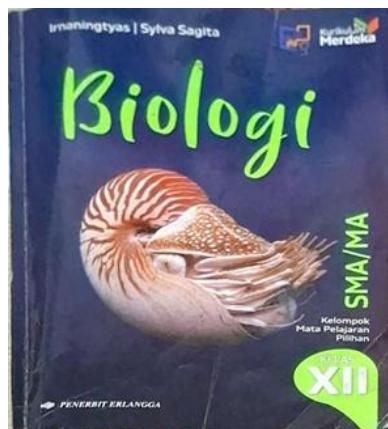
### Hasil

Hasil dari pembagian angket kepada guru dan siswa biologi serta wawancara dengan beberapa guru biologi di MAN 2 Model Medan menunjukkan bahwa guru menggunakan berbagai sumber bahan ajar biologi dalam proses pembelajaran. Buku paket biologi adalah bahan ajar utama yang paling sering digunakan dan berfungsi sebagai acuan utama selama

penyampaian materi. Guru juga menggunakan sumber belajar seperti PowerPoint (PPT) materi pembelajaran, video pembelajaran, dan e-book untuk mendukung pemahaman siswa.

### 1. Penggunaan bahan ajar konvensional dan digital

Buku paket biologi menjadi pegangan utama yang dipakai guru dalam penyampaian materi ajar dikelas. Dari buku paket biologi inilah biasanya guu akan mengembangkan penggunaan bahan ajar lainnya. Dari buku paket biologi inilah guru biasanya mengembangkan penggunaan bahan ajar lainnya. Guru akan meninjau materi yang ada dalam buku paket biologi memerlukan tambahan bahan ajar seperti *PowerPoint* (PPT), video pembelajaran, atau sumber belajar digital lainnya. Misalnya, jika materi dalam buku paket dianggap terlalu abstrak atau sulit dipahami oleh siswa, guru dapat mencari atau membuat bahan ajar tambahan seperti video animasi atau simulasi interaktif untuk membantu siswa memvisualisasikan konsep tersebut. Buku paket biologi juga membantu guru membuat Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Guru dapat menggunakan buku paket untuk merujuk pada materi dan kegiatan pembelajaran yang ada di dalamnya untuk membuat kegiatan belajar mengajar yang efektif.



Gambar 1. Buku paket biologi

Penggunaan sumber belajar tambahan seperti PPT dinilai efektif dalam membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep biologi yang abstrak, sehingga lebih mudah dipahami. Guru dapat membuat slide presentasi yang mengambil poin-poin penting dari buku paket dan dilengkapi dengan gambar, diagram, atau grafik yang lebih mudah bagi siswa untuk memahami materi. Guru juga mencari video pembelajaran yang relevan dengan materi dalam buku paket biologi dan membuat video sendiri yang dijadikan sumber bahan ajar dikelas. Sementara itu, *E-book* digunakan sebagai referensi tambahan yang memudahkan siswa dalam mengakses materi secara digital, terutama dalam pengerjaan proyek atau tugas-tugas yang memerlukan eksplorasi lebih mendalam. Kombinasi berbagai sumber belajar ini tidak hanya memperkaya materi pembelajaran, tetapi juga meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa dalam mempelajari biologi.

### 2. Kebutuhan akan variasi bahan ajar

Variasi bahan ajar digital memberikan dampak positif kepada siswa dengan kemudahan aksesnya. Selama siswa terhubung ke internet, mereka dapat mengakses konten pembelajaran kapan saja dan di mana saja mereka mau. Hal ini memudahkan siswa untuk belajar secara mandiri dan mengulang materi yang belum mereka pahami. Selain itu, bahan ajar digital menumbuhkan rasa ingin tahu siswa dan mendorong mereka untuk mencari dan memahami lebih banyak tentang materi pembelajaran. Pemenuhan gaya belajar siswa juga menjadi alasan guru biologi menggunakan berbagai sumber dan bahan ajar digital. Variasi gaya belajar setiap siswa dapat diatasi dengan penggunaan variasi bahan ajar digital yang melibatkan semua komponen seperti visual, auditori, dan juga kinestetik.

## Pembahasan

Menggabungkan bahan ajar digital ke dalam model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) telah mengubah proses belajar mengajar secara signifikan. Dengan menggunakan bahan ajar digital seperti simulasi, video interaktif, dan platform pembelajaran daring, siswa dapat berpartisipasi secara aktif dalam proyek-proyek yang berbasis masalah dan terkait dengan

kehidupan sehari-hari. Siswa tidak hanya merasa lebih termotivasi dan lebih tertarik untuk belajar, tetapi integrasi ini, melalui pendekatan yang lebih visual dan interaktif, meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep biologi. Selain itu, PjBL yang didukung oleh bahan ajar digital memungkinkan siswa untuk mengasah keterampilan abad ke-21, seperti kemampuan bekerja sama, berpikir kreatif, dan menyelesaikan masalah, sehingga pembelajaran biologi menjadi lebih relevan dan bermakna.

Penggunaan berbagai sumber dan bahan ajar digital ini dapat menjadi salah satu pemenuhan kebutuhan siswa di era global yang lebih mengutamakan kemudahan akses. Dalam penelitiannya, Ramadhan (2023) menemukan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis online dalam pembelajaran biologi dapat membantu siswa dengan memberi mereka banyak kesempatan untuk belajar baik di rumah maupun di sekolah, dan mereka juga dapat mencari bahan tambahan. Karena mereka dapat mengakses bahan ajar berbasis online kapan saja mereka ingin, siswa hanya perlu memiliki koneksi internet. Dengan demikian, ini dapat mempermudah siswa dalam melakukan dan memahami pembelajaran baik dalam teori maupun praktik dan juga dapat mengembangkan kemampuan siswa dalam mengerjakan soal seperti studi kasus dan yang lainnya. Sehingga penggunaan bahan ajar online dapat memungkinkan juga dalam meningkatkan prestasi belajar siswa di sekolah.

Hasil penelitian Anggriani (2022) menunjukkan bahwa membuat bahan ajar kreatif biologi berbasis video dianggap sangat layak dan berguna. Bahan ajar ini memiliki materi dan penyajian audiovisual yang berkualitas tinggi, seperti yang divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Uji kepraktisan yang dilakukan terhadap siswa juga memberikan hasil yang sangat positif, dengan siswa menilai bahan ajar ini mudah digunakan, jelas, dan menarik. Bahan ajar berbasis video kreatif biologi dapat menjadi sumber belajar yang inovatif dan efektif dalam membantu siswa memahami materi sistem ekskresi secara lebih mendalam.

Penelitian yang dilakukan oleh Safitri (2021) menyatakan bahwa buku digital dapat meningkatkan pemahaman siswa dengan menggunakan teks, gambar, audio, video, dan kuis interaktif untuk menampilkan materi secara lebih interaktif. Selain itu, penelitian ini menyoroti bahwa siswa abad ke-21 lebih menyukai bahan ajar berbasis teknologi yang dapat diakses melalui smartphone dan laptop, sehingga inovasi dalam bahan ajar digital semakin diperlukan dalam dunia pendidikan.

Penelitian yang dilakukan oleh Khasanah dan Nurmawati (2021) mengungkapkan bahwa modul digital yang dikembangkan sebagai bahan ajar Biologi untuk siswa kelas XI IPA memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi. Modul digital ini mampu mengatasi kebosanan siswa yang sering muncul akibat metode pembelajaran konvensional seperti ceramah atau presentasi. Kehadiran modul digital memberikan siswa pilihan bahan ajar yang lebih fleksibel, mudah diakses kapan saja, dan lebih menarik karena dilengkapi dengan berbagai elemen multimedia. Oleh karena itu, bahan ajar digital ini dapat bermanfaat untuk meningkatkan pemahaman siswa dan meningkatkan motivasi mereka untuk belajar.

Menurut penelitian Marlina dan Lufri (2024), pemanfaatan sumber ajar dalam kegiatan belajar mengajar di lingkungan sekolah yang diteliti terdiri dari buku paket (45%), LKPD (51%), booklet (3%), dan modul (1%). Bahan ajar yang paling banyak digunakan oleh siswa adalah buku paket, yang biasanya dibeli dari penerbit luar melalui guru. Karena variasi bahan ajar yang terbatas, motivasi belajar siswa cenderung rendah. Akibatnya, hanya sedikit siswa yang mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Berdasarkan hasil penyebaran angket, 84% siswa menginginkan bahan ajar tambahan berupa e-booklet. Keinginan ini muncul karena bahan ajar yang selama ini digunakan kurang bervariasi, tidak memanfaatkan teknologi, tampilannya monoton (hanya berisi tulisan), dan tidak ada inovasi yang menarik.

Berdasarkan penelitian Herninda (2024), dikatakan bahwa berdasarkan angket yang dibagikan kepada siswa, di mana siswa memutuskan untuk menggunakan LKPD Elektronik (e-LKPD) sebagai bahan ajar yang digunakan guru dalam proses pembelajaran biologi. Mereka juga ingin tahu apakah bahan ajar yang mereka pilih dibuat dalam bentuk e-learning berbasis SSCS, yang mencakup pencarian informasi (search), pemecahan masalah (solve), pembuatan hasil dan kesimpulan (create), dan berbagi.

Menurut analisis penelitian Usman (2024), penggunaan bahan ajar e-modul Biologi memiliki dampak positif terhadap pembelajaran di tingkat SMA. Hal ini disebabkan oleh kemudahan dalam mengakses e-modul, desain tampilan yang menarik, serta penyajian materi

yang menggunakan bahasa yang mudah dipahami. Dengan adanya e-modul, siswa dapat meningkatkan hasil belajar, mengembangkan kemandirian, dan memperoleh motivasi yang lebih tinggi dalam mempelajari Biologi.

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan dalam pengembangan berbagai macam sumber dan bahan ajar digital dalam pembelajaran biologi memberikan gambaran yang jelas mengenai respon dan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Berbagai studi menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar digital, seperti video pembelajaran, simulasi interaktif, dan platform online, mampu meningkatkan pemahaman konsep biologi yang kompleks melalui pendekatan yang lebih visual dan menarik. Siswa tidak hanya memiliki keinginan yang lebih besar untuk belajar, tetapi mereka juga dapat menggunakan materi pembelajaran dengan lebih fleksibel untuk memenuhi kebutuhan dan kecepatan mereka. Akibatnya, temuan ini dapat menjadi dorongan kuat bagi guru untuk menggunakan lebih banyak sumber dan bahan ajar digital untuk memenuhi kebutuhan belajar yang semakin beragam dan dinamis dari siswa mereka. Transformasi ini juga akan menjadi dorongan untuk siswa dalam pelaksanaan proyek yang menjadi aspek penting dalam *Project-Based Learning*.

## SIMPULAN

Untuk menganalisis penggunaan bahan dan sumber ajar Biologi di MAN 2 Model Medan, serta mengevaluasi efektivitas integrasi bahan ajar digital dalam *Project Based Learning* (PjBL) sebagai bentuk transformasi pembelajaran di era digital. Sejalan dengan kemajuan teknologi dan pergeseran karakteristik siswa di era digital, dibutuhkan terobosan dalam pendekatan pembelajaran supaya lebih menarik, sesuai, dan selaras dengan tuntutan pendidikan masa kini.

Menggabungkan bahan ajar digital dengan pendekatan PjBL bertujuan untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran, meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep biologi, dan meningkatkan kemampuan mereka untuk berpikir kreatif, kritis, dan kolaboratif. Siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan teoretis tetapi juga mengalami pengalaman belajar yang lebih interaktif dan aplikatif melalui pendekatan ini. Ini memungkinkan mereka untuk mengaitkan pelajaran dengan situasi dunia nyata.

Diharapkan bahwa penelitian ini akan memberikan perspektif kepada pendidik dan pembuat kebijakan tentang cara membuat strategi pembelajaran Biologi yang inovatif dan sesuai dengan tuntutan abad ke-21. Oleh karena itu, diharapkan bahwa penggunaan bahan ajar digital berbasis PjBL dapat membantu meningkatkan kualitas pembelajaran dan mendukung pencapaian kompetensi siswa dengan lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Adawiah, R., & Juniati, S. (2018). Pengembangan bahan ajar berbasis video pembelajaran pada mata kuliah pemecahan masalah. *Prosiding Seminar Nasional*.
- Anggriani, S. P., Jufri, A. W., Syukur, A., & Setiadi, D. (2022). Pengembangan materi ajar berbasis video kreatif biologi pada materi sistem ekskresi untuk siswa kelas XI SMA. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(1), 123-129.
- Anwar, Y., Fadilah, A., & Syam, M. (2021). Pengaruh model project-based learning terhadap hasil belajar siswa kelas X di SMA N 11 Samarinda. *Jurnal Pendidikan Univet Bantara*, 30(3), 399-408. <https://doi.org/10.32585/jp.v30i3.1753>
- Ardianti, S. D., Pratiwi, I. A., & Kanzunnudin, M. (2017). Implementasi project-based learning (PjBL) berpendekatan science edutainment terhadap kreativitas peserta didik. *Jurnal Refleksi Edukatika*, 7(2), 145-150. <https://doi.org/10.24176/re.v7i2.1225>
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan bahan ajar berbasis ADDIE model. *Jurnal Halaqa Islamic*, 3(1), 35-43.
- Dito, S. B., & Pujiastuti, H. (2021). Dampak revolusi industri 4.0 pada sektor pendidikan: Kajian literatur mengenai digital learning pada pendidikan dasar dan menengah. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 4(2), 59-65.
- Fidela, W., & Fadilah, M. (2024). Literature review: Penerapan model project-based learning (PjBL) untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir kreatif siswa SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia*, 4(4), 1498-1511.

- Hamidah, I., & Citra, S. Y. (2021). Efektivitas model project-based learning (PjBL) terhadap minat dan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4(2), 307-314. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v4i2.2870>
- Hardiyanti, P., Saputra, A. D., Mardianto, D., Simatupang, H., & Arwita, W. (2024). Implementation of the project-based learning (PjBL) learning model in observing learning styles and improving product results in biology learning at SMAS Sultan Iskandar Muda Medan. *Education Achievement: Journal of Science and Research*, 490-495.
- Handika, R., Syafii, W., & Mahadi, I. (2022). Pengembangan Majalah Elektronik Biologi Berbasis Multimedia Pada Materi Plantae Kelas X SMA/MA. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 198-205.
- Hardianti, F., Setiadi, D., Syukur A., & Merta, I.W. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Science, Technology, Environment, Society (SETS) Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Pijar Mipa*, 15 (5): 521-527.
- Hasrianti, H., & Hidayati, D. (2023). Upaya pengembangan guru SMA swasta Kota Kendari dalam menghadapi tantangan transformasi digital. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(2), 1494-1507.
- Herninda, F. (2024). Analisis bahan ajar dalam pembelajaran biologi di SMA. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 12, 178-184.
- Irawati, H., & Hidayati, D. (2024). Transformasi digital dalam pembelajaran biologi di SMA Muhammadiyah Kota Yogyakarta. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 9(1), 1-9.
- Khasanah, I. A., & Nurmawati, I. (2021). Pengembangan modul digital sebagai bahan ajar biologi untuk siswa kelas XI IPA. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science Education*, 2(1), 34-44.
- Marlina, L., & Lufri. (2024). Survei kebutuhan bahan ajar dan masalah pembelajaran biologi di SMA Pertiwi 1 Padang. *AMPIBI: Jurnal Alumni Pendidikan Biologi*, 9(2), 100-108.
- Mukra, R., & Nasution, Y. M. (2016). Difference of student's learning achievement by using project-based learning. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 2, 122-127.
- Mukra, R., Silalahi, D. R. S. U., Sembiring, S. S. A. B., Ritonga, V. A., Putri, D. F., & Putri, A. D. (2024). The healthy diet effect with project-based learning animation on student concentration and learning outcomes. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 9(2), 322-331.
- Nordin, A. S. M., Alias, B. S., & Mahamod, Z. (2023). Pendigitalan pendidikan. *Jurnal Penyelidikan Pendidikan dan Teknologi Malaysia*, 1(1), 66-73.
- Pulungan, N. A., & Khairuna, K. (2023). Pengaruh model pembelajaran project-based learning (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 6(2), 422-431. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v6i2.7249>
- Purnomo, H., & Ilyas, Y. (2019). *Tutorial pembelajaran berbasis proyek*. Bantul, Yogyakarta: Penerbit K-Media.
- Ramadhan, S. N., Tangge, L., & Ramadhan, A. (2023). Pengaruh penggunaan bahan ajar online dalam pembelajaran biologi terhadap prestasi belajar siswa kelas XI IPA 1 SMA Negeri 5 Palu. *Jurnal Ilmu dan Pendidikan Biologi*, 11(1), 7-11.
- Riastuti, R. D., & Febrianti, Y. (2021). Studi dokumenter hasil belajar psikomotorik siswa SMA pada materi sistem pernapasan melalui model pembelajaran project-based learning (PjBL). *Jurnal Pendidikan Biologi Sains*, 4(1), 93-98. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v4i1.2206>
- Safitri, A., Noorhidayat, & Amintarti, S. (2021). Pengembangan bahan ajar konsep sistem peredaran darah manusia biologi SMA dalam bentuk booklet digital. *BIOMA: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 3(2), 13-30.
- Sulastri, Arsal, A. F., & Adnan. (2023). Identifikasi sumber belajar yang mendukung pembelajaran biologi SMA. *Jurnal Amal Pendidikan*, 4(1), 57-66.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, CV.
- Tutuk, N. (2022). *Transformasi Moral Digital dalam Pembelajaran*.
- Yusika, I., & Turdjai, T. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Pjbl) Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa. *DIADIK: Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, 11 (1), 17–25. <https://doi.org/10.33369/diadik.v11i1.18365>

- Yusuf, M., Julianingsih, D., & Ramadhani, T. (2023). Transformasi Pendidikan Digital 5.0 melalui Integrasi Inovasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. *Jurnal MENTARI Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 2(1), 11-19.