

Pengembangan Bahan Ajar Digital Interaktif untuk Materi Struktur Sel Eukariotik dan Prokariotik di SMA

Development of Interactive Digital Learning Materials on Eukaryotic and Prokaryotic Cell Structures for Senior High School

Maulana Paramaditya Ananta*, Sulton, Zainul Abidin, Yerry Soepriyanto
Departemen Teknologi Pendidikan, Universitas Negeri Malang, Indonesia

*Corresponding author: maulana.paramaditya.2301218@students.um.ac.id

Received: 17 October, 2025

Accepted: 28 January, 2026

Published: 30 January, 2026

Abstract

This research and development aims to produce an interactive digital teaching material that is valid and effective for learning the topic of eukaryotic and prokaryotic cell structures in biology. The study is motivated by the current learning process, which remains teacher-centered, where material delivery relies on PowerPoint presentations followed by discussions, thus requiring innovation to enhance student engagement. The developed interactive digital teaching material is equipped with various elements such as buttons, texts, icons, images, videos, and three-dimensional visualizations. The development process refers to the Arief Sadiman model (2010), which includes the stages of needs identification, goal formulation, material design, determination of success indicators, media script preparation, media production, trials, revisions, and finalized product readiness. Validation results showed feasibility scores of 96.25% from media experts and 100% from subject matter experts. The trials were conducted with grade XI MIPA 1 students at SMA Islam Malang in three stages: individual trials (91.87%), small group trials (93.75%), and field trials (91.91%). Based on these results, the interactive digital teaching material is deemed feasible and effective for use in the learning process.

Keywords: *Learning Materials, Interactive Digital, Structure of eukaryotic and prokaryotic cells*

Abstrak

Penelitian pengembangan ini bertujuan menghasilkan bahan ajar digital interaktif yang valid dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran materi struktur sel eukariotik dan prokariotik pada mata pelajaran biologi. Latar belakang penelitian ini adalah kondisi pembelajaran yang masih berpusat pada guru, di mana penyampaian materi dilakukan melalui media PowerPoint dan diskusi, sehingga diperlukan inovasi untuk mendukung keterlibatan siswa dalam kegiatan belajar. Produk bahan ajar digital interaktif yang dikembangkan dilengkapi dengan berbagai elemen seperti tombol, teks, ikon, gambar, video, serta visualisasi tiga dimensi. Proses pengembangan mengacu pada model Sadiman, meliputi tahap identifikasi kebutuhan, perumusan tujuan, penyusunan materi, penentuan alat keberhasilan, penyusunan naskah media, produksi media, uji coba, revisi, hingga produk akhir siap digunakan. Hasil validasi menunjukkan persentase kelayakan sebesar 96,25% dari ahli media dan 100% dari ahli materi. Uji coba dilakukan pada siswa kelas XI MIPA 1 SMA Islam Malang melalui tiga tahap, yaitu uji coba perseorangan (91,87%), uji coba kelompok kecil

(93,75%), dan uji coba lapangan (91,91%). Berdasarkan hasil tersebut, bahan ajar digital interaktif ini dinyatakan layak dan efektif sebagai media pembelajaran.

Kata Kunci: Bahan ajar, Digital interaktif, Struktur sel eukariotik dan prokariotik

PENDAHULUAN

Perkembangan IPTEK di abad-21 ini berkembang secara terus menerus setiap harinya. Perkembangan ini membawa banyak perubahan yang signifikan bagi berbagai aspek kehidupan manusia, dimana saat ini segala sesuatunya berhubungan dengan teknologi digital. Hal ini tentunya berdampak pada berbagai bidang yang dituntut untuk turut menyesuaikan diri dengan perkembangan yang terjadi. Tuntutan ini tentunya harus diselaraskan dengan kebijakan-kebijakan yang mendukung perkembangan IPTEK dan peningkatan keterampilan sumber daya manusia. Hal ini harusnya dapat mulai diimplementasikan melalui bidang pendidikan yang merupakan bidang paling dasar manusia untuk mengembangkan potensi keterampilan dirinya. Dalam hal ini juga, lembaga pendidikan berperan penting dalam memberikan pengenalan dan pengalaman bagi para siswanya mengenai hal yang berhubungan dengan perkembangan IPTEK.

Untuk mengikuti perkembangan IPTEK, dalam bidang pendidikan pemerintah Indonesia telah banyak melakukan sosialisasi dan pelatihan mengenai pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Hal ini ditujukan agar terciptanya sumber daya manusia yang berkompeten dalam bidang pendidikan sehingga pendidikan Indonesia senantiasa mampu mengikuti perkembangan zaman dan menghasilkan generasi yang dapat menguasai keterampilan abad-21 yaitu Critical thinking, Creativity, Collaboration dan Communication (4C). Menurut Cholik (2017), Pemanfaatan teknologi nyataanya memberikan perubahan yang berdampak positif bagi kemajuan pendidikan di

Indonesia, sehingga jika hal tersebut dilakukan secara terus menerus, besar kemungkinan Indonesia akan mampu bersaing di kancah Internasional dalam bidang pendidikan.

Dalam implementasinya di Indonesia, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran masih kurang maksimal. Mengingat masih banyaknya sekolah yang menerapkan metode pembelajaran berorientasi pada guru sebagai metode utama tanpa bantuan media pembelajaran dan bahan ajar yang inovatif. Pembelajaran dengan metode ceramah masih menjadi kegiatan yang fundamental bagi sekolah, Proses pembelajaran tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti guru yang enggan keluar dari zona nyamannya sehingga guru tersebut tidak memiliki banyak rujukan mengenai metode pembelajaran yang sesuai dengan materi yang diajarkan (Nurteti dkk., 2024). Menurut Ananta dkk (2024), secara tidak langsung metode ceramah tentu saja membuat proses pembelajaran seringkali berjalan dengan membosankan bagi siswa. Sehingga kerap kali membuat siswa tidak mampu menyerap materi dengan baik, dan hasil belajarnya pun juga tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diharapkan.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan peneliti di SMA Islam Malang pada mata pelajaran biologi kelas XI jurusan MIPA dalam materi Struktur sel eukariotik dan prokariotik, rata-rata siswa masih kesulitan untuk memahami penjelasan yang diberikan guru. Kondisi ini terjadi karena metode pembelajaran yang digunakan masih berpusat pada guru, dengan penyampaian materi melalui media PowerPoint yang dilanjutkan dengan diskusi. Akibatnya, siswa cenderung

mudah merasa jenuh dan kurang berkonsentrasi saat mengikuti pembelajaran di kelas (Ayshara & Kamil, 2025). Padahal seharusnya, pembelajaran dapat dikatakan efektif apabila siswa dapat antusias dalam memahami materi pembelajaran. Materi struktur sel eukariotik dan prokariotik merupakan materi dengan tingkat pemahaman yang cukup rinci sehingga siswa perlu memiliki minat yang tinggi agar dapat memahami keseluruhan materi dengan optimal.

Dalam pembelajaran biologi khususnya pada materi struktur sel eukariotik dan prokariotik yang selama ini berjalan di SMA Islam Malang pada kelas XI jurusan MIPA, materinya banyak membahas mengenai hal-hal yang abstrak seperti penggambaran dari bagian-bagian struktur sel dan fungsinya. Namun pada penyajiannya guru hanya menyediakan bahan ajar dalam bentuk teks dan gambar. Hal ini tentunya berakibat pada siswa yang cenderung pasif dan jenuh ketika proses kegiatan belajar. Dalam hal ini, Peneliti memandang bahwa diperlukan pengembangan bahan ajar interaktif yang dapat dimanfaatkan siswa secara mandiri, baik dengan maupun tanpa pendampingan guru, guna mendukung pembelajaran yang lebih inovatif. Meskipun telah tersedia berbagai bahan ajar interaktif, sebagian besar masih bersifat umum dan belum sepenuhnya sesuai dengan karakteristik peserta didik, konteks pembelajaran, serta kebutuhan kurikulum yang berlaku. Selain itu, bahan ajar interaktif yang ada umumnya belum dirancang secara adaptif untuk mendukung pembelajaran mandiri, kurang terintegrasi dengan tujuan pembelajaran dan evaluasi, serta memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas dan keberlanjutan penggunaannya.

Oleh karena itu, diperlukan pengembangan bahan ajar interaktif yang kontekstual, mudah diakses, dan dirancang secara sistematis agar mampu meningkatkan keterlibatan serta kemandirian belajar

siswa.. Kehadiran bahan ajar interaktif akan memberikan manfaat besar bagi siswa maupun guru dalam proses belajar di kelas. Pemilihan bahan ajar yang sesuai tidak hanya berpengaruh terhadap hasil belajar, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan minat siswa selama mengikuti pembelajaran (Noviyanti dkk., 2020).

Bahan ajar yang cocok dikembangkan dan diterapkan dalam permasalahan tersebut, adalah bahan ajar digital interaktif. Sebelumnya, digital interaktif telah digunakan oleh banyak peneliti dan terbukti efektif dalam penerapannya dalam pembelajaran. Penggunaan bahan ajar interaktif menawarkan keunggulan dibandingkan dengan buku cetak, meskipun dalam penerapannya memerlukan perangkat pendukung seperti smartphone, komputer pribadi (PC), atau laptop (Supriadi, 2015). Suarcita dkk. (2020) menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran oleh guru maupun siswa sangat penting guna memperoleh hasil yang lebih optimal. Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah melalui penggunaan bahan ajar digital interaktif. Melalui bahan ajar ini, guru dapat memperkaya referensi dalam mengajar, sementara siswa dapat menambah sumber belajar untuk memperdalam pemahaman mereka.

Menurut Khamidah dkk. (2019) menyatakan bahwa penggunaan bahan ajar digital interaktif sesuai dengan amanat Kurikulum 2013 yang menekankan integrasi teknologi informasi dan komunikasi dalam proses pembelajaran. Media ini dapat mendukung kegiatan belajar di kelas maupun digunakan secara mandiri oleh siswa, serta mampu menyajikan informasi yang sulit divisualisasikan secara konvensional. Melalui bahan ajar digital interaktif, materi yang abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung dapat divisualisasikan dengan lebih jelas, sehingga memudahkan

siswa dalam memahami konsep dan membantu tercapainya tujuan pembelajaran.

Penggunaan bahan ajar digital interaktif dalam kegiatan pembelajaran memberikan berbagai keunggulan yang dapat dimaksimalkan oleh guru. Lin dan Wu (2016) menjelaskan bahwa penerapan bahan ajar digital interaktif mampu menunjang proses belajar sekaligus meningkatkan prestasi siswa. Hal ini dimungkinkan karena bahan ajar tersebut dapat menyajikan materi secara jelas melalui visualisasi berupa gambar, video, dan animasi, didesain dengan tampilan menarik, serta memungkinkan terjadinya interaksi dengan siswa. Selain itu, menurut Li dkk (2018), tampilan interaktif mendorong orang untuk mengeksplorasi informasi dan memahaminya secara mandiri, oleh karena itu memanfaatkan fitur interaktif, dalam sajian visual digital dapat meningkatkan pemahaman seseorang dalam suatu informasi yang disajikan.

Bahan ajar digital interaktif dikembangkan dengan bantuan beberapa platform digital seperti Genially, Canva, Sketchfab dan Kahoot. Dimana dalam bahan ajar digital interaktif disediakan sajian grafis yang sesuai dengan materi serta elemen interaktivitas yang berupa tombol option yang ketika diklik akan menampilkan penjelasan berupa teks mengenai materi. Selain itu, juga terdapat beberapa tombol option yang ketika diklik akan menampilkan sumber belajar daring, video pembelajaran, kuis dan gambar 3 dimensi dari struktur sel eukariotik dan prokariotik sebagai penguatan penggambaran terhadap materi yang disampaikan.

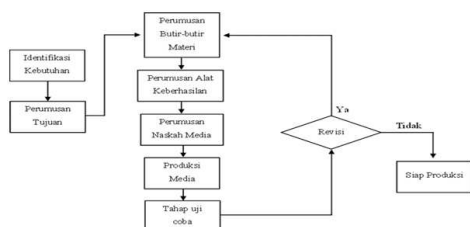
Pengembangan digital interaktif sebagai bahan ajar pada materi struktur sel eukariotik dan prokariotik mampu memberikan siswa pengalaman belajar yang baru dan inovatif. Bahan ajar ini

dapat digunakan oleh siswa secara mandiri dan eksploratif, sehingga mampu mendukung penyampaian materi yang sebelumnya dilakukan secara tradisional oleh guru. Materi yang disajikan dalam bentuk digital interaktif juga dapat memfasilitasi siswa untuk lebih memahami pokok inti bahasan beserta penjelasan yang disusun secara kompleks. Sehingga dapat membuat pembelajaran yang berlangsung dapat lebih efektif.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan bahan ajar digital interaktif yang layak digunakan dalam proses pembelajaran serta mampu membantu siswa memahami materi sel eukariotik dan prokariotik pada mata pelajaran biologi. Produk ini dirancang khusus untuk siswa kelas XI MIPA di SMA Islam Malang.

METODE PENELITIAN

Media yang dikembangkan dalam penelitian dan pengembangan ini berupa bahan ajar digital interaktif dengan materi Struktur Sel Eukariotik dan Prokariotik pada mata pelajaran Biologi. Dalam proses pengembangan bahan ajar, pemilihan model pengembangan menjadi aspek penting untuk menjamin kualitas media dalam mendukung efektivitas pembelajaran, sebab pada dasarnya pengembangan bahan ajar memiliki keterkaitan yang bersifat linier dengan proses pembelajaran (Cahyadi, 2019). Penelitian ini mengadopsi model pengembangan yang dikemukakan oleh Arief Sadiman (2010), yang mencakup beberapa tahapan, yaitu identifikasi kebutuhan, perumusan tujuan, penyusunan butir materi, penentuan alat keberhasilan, penyusunan naskah media, produksi media, tahap uji coba/evaluasi, serta revisi. Adapun prosedur pengembangan tersebut dapat digambarkan dalam bentuk bagan, sebagai berikut:



Gambar 1. Prosedur Model Pengembangan Sadiman (2010)

Seperti gambaran di atas, Tahap pertama dalam pengembangan adalah identifikasi kebutuhan, yaitu tahap persiapan yang berfokus pada analisis masalah aktual serta kebutuhan di lapangan dengan tujuan menemukan solusi terbaik. Tahap kedua, perumusan tujuan instruksional, dilakukan untuk menyusun tujuan pembelajaran yang akan menjadi acuan dalam menentukan proses pengembangan serta tolok ukur keberhasilan. Selanjutnya, tahap ketiga adalah perumusan butir materi, yakni penyusunan isi materi yang relevan dengan kebutuhan siswa. Tahap keempat, perumusan alat keberhasilan, difokuskan pada penyusunan instrumen penilaian terhadap media yang dikembangkan. Tahap kelima, perumusan naskah media, menjadi pedoman dalam pembuatan bahan ajar digital interaktif. Tahap keenam adalah produksi media, yaitu merealisasikan rancangan yang telah disusun. Tahap ketujuh, uji coba (evaluasi), dilakukan dengan melibatkan ahli materi, ahli media, serta siswa sebagai pengguna untuk menilai kelayakan media. Tahap terakhir adalah revisi, yaitu perbaikan produk berdasarkan masukan dari para ahli maupun siswa sebelum dinyatakan layak digunakan.

Sebelum diujicobakan pada siswa, bahan ajar digital interaktif divalidasi terlebih dahulu oleh seorang ahli materi (guru biologi SMA Islam Malang) dan seorang ahli media (dosen Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Malang). Subjek uji coba adalah siswa kelas XI MIPA 1 SMA Islam Malang yang berjumlah 22 orang. Uji coba dilakukan melalui tiga tahap,

yaitu uji coba perseorangan, kelompok kecil, dan uji coba lapangan.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan angket responden, pre-test, dan post-test. Angket responden terdiri dari 20 butir pertanyaan, sedangkan pre-test dan post-test masing-masing berisi 10 soal yang telah disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran. Analisis data dalam penelitian ini mencakup analisis kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari hasil angket penilaian ahli dan siswa, sedangkan data kualitatif berasal dari tanggapan serta saran mereka. Peningkatan hasil belajar dianalisis melalui perbandingan nilai pre-test dan post-test, kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria kelayakan menurut Arikunto (2010).

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Arikunto (2010)

Presentase	Responden
81% - 100%	Layak
61% - 80%	Cukup Layak
41% - 60%	Kurang Layak
<40%	Tidak Layak

Tabel 2. Kriteria Keberhasilan Tes Belajar

Presentase	Responden
80% - 100%	Efektif
60% - 79%	Cukup Efektif
40% - 59%	Kurang Efektif
<40%	Tidak Efektif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian dan pengembangan ini, uji kelayakan produk dilakukan oleh seorang ahli materi dan seorang ahli media yang memiliki kompetensi di bidangnya. Selanjutnya, uji coba dilaksanakan pada siswa untuk menilai sejauh mana produk yang dihasilkan mampu mencapai tujuan pembelajaran. Hasil pengembangan bahan ajar digital interaktif pada materi struktur sel eukariotik dan prokariotik dalam mata pelajaran biologi mencakup beberapa fitur utama, antara lain petunjuk penggunaan,

materi pembelajaran, media 3D, sumber belajar digital, video pembelajaran, serta kuis. Berikut disajikan hasil tampilan dari bahan ajar digital interaktif tersebut:



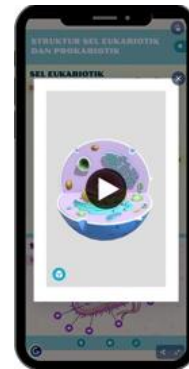
Gambar 2. Tampilan Awal Media



Gambar 3. Petunjuk Penggunaan



Gambar 4. Materi Pembelajaran



Gambar 5. Media 3 Dimensi



Gambar 6. Video Pembelajaran

Berdasarkan hasil uji coba media kepada ahli media, ahli materi dan uji coba terhadap siswa mengenai bahan ajar digital interaktif di atas, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Tanggapan Ahli Materi

Subjek	Skor Maksimal	Total Skor	Rata-Rata	Presentase
Ahli Materi	80	80	4	100%

Berdasarkan hasil uji kelayakan yang dilakukan oleh ahli materi (tabel 3), diperoleh total skor sebesar 80 dari skor maksimal 80 dengan rata-rata jawaban 4. Persentase kelayakan yang dicapai adalah 100%. Mengacu pada kriteria yang telah ditetapkan, hasil tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar digital interaktif termasuk dalam kategori layak sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Adapun tanggapan serta saran yang diberikan oleh ahli materi adalah sebagai berikut: soal kuis dapat

diperbaiki lagi yang bukan hanya berfokus pada C2 saja tetapi bisa lebih bervariasi tingkatan kognitifnya.

Tabel 4. Tanggapan Ahli Media

Subjek	Skor Maksimal	Total Skor	Rata-Rata	Presentase
Ahli Media	80	77	3,85	96,25%

Berdasarkan hasil uji kelayakan yang dilakukan oleh ahli media (tabel 4), diperoleh total skor sebesar 77 dari skor maksimal 80 dengan rata-rata jawaban 3,85. Persentase kelayakan yang dicapai adalah 96,25%. Mengacu pada kriteria yang telah ditentukan, bahan ajar digital interaktif dinyatakan layak sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Adapun tanggapan serta saran dari ahli media adalah agar produk dapat lebih dioptimalkan, misalnya melalui penyajian petunjuk penggunaan dalam bentuk video demonstrasi.

Tabel 5. Uji Coba Perseorangan

Subjek	Skor Maksimal	Total Skor	Rata-Rata	Presentase
2 Siswa	160	147	3,67	91,87%

Berdasarkan hasil uji coba perseorangan (tabel 5), diperoleh total skor 147 dari skor maksimal 160 dengan rata-rata jawaban 3,67. Persentase kelayakan yang dicapai adalah 91,87%. Mengacu pada kriteria kelayakan yang telah ditetapkan, bahan ajar digital interaktif dinyatakan layak dan dapat digunakan untuk tahap uji coba berikutnya, yaitu uji coba kelompok kecil.

Tabel 6. Uji Coba Kelompok Kecil

Subjek	Skor Maksimal	Total Skor	Rata-Rata	Presentase
5 Siswa	400	375	3,75	93,75%

Sementara itu, hasil uji coba kelompok kecil (tabel 6) menunjukkan total skor 375 dari skor maksimal 400 dengan rata-rata jawaban 3,75. Persentase kelayakan yang

diperoleh adalah 93,75%. Berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, bahan ajar digital interaktif dinyatakan layak sehingga dapat digunakan pada tahap uji coba berikutnya, yaitu uji coba lapangan atau kelompok besar.

Tabel 7. Uji Coba Lapangan

Subjek	Skor Maksimal	Total Skor	Rata-Rata	Presentase
15 Siswa	1200	1120	3,76	94,08%

Setelah melalui uji coba perseorangan dan kelompok kecil, media dinyatakan siap untuk diuji coba di lapangan. Berdasarkan hasil uji coba lapangan (tabel 7), diperoleh total skor 1.129 dari skor maksimal 1.200 dengan rata-rata jawaban 3,76. Persentase kelayakan yang dicapai adalah 91,91%. Mengacu pada kriteria kelayakan, bahan ajar digital interaktif termasuk dalam kategori layak sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Tanggapan dan saran dari uji coba lapangan menunjukkan bahwa media ini memiliki tampilan sederhana, penggunaan yang praktis, serta mampu menyajikan materi secara ringkas dan mudah dipahami. Selain itu, penyajian materi dalam bentuk 3D memperjelas konsep dan menjadikan pembelajaran lebih menarik. Namun demikian, masih terdapat beberapa penjelasan yang dianggap kurang jelas sehingga perlu dilakukan perbaikan.

Ditinjau dari hasil tes evaluasi terhadap 22 siswa, nilai rata-rata pretest yang diperoleh adalah 75,91, sedangkan rata-rata posttest meningkat menjadi 96,8. Dari hasil tersebut, 20 siswa (91%) mengalami peningkatan hasil belajar, sementara 2 siswa (9%) belum menunjukkan peningkatan. Berdasarkan analisis keberhasilan tes belajar menurut Arikunto (2010), dapat disimpulkan bahwa bahan ajar digital interaktif ini efektif dan layak digunakan sebagai media pembelajaran individual di kelas.

Secara umum, bahan ajar merupakan komponen esensial yang harus ada dalam setiap proses pembelajaran. Hernawan dkk. (2012) menyatakan bahwa bahan ajar merupakan isi materi atau pesan dalam kurikulum yang wajib disampaikan kepada siswa, dengan bentuk pesan yang beragam seperti fakta, konsep, prinsip/kaidah, maupun prosedur. Sementara itu, menurut Magdalena dkk. (2020), bahan ajar dapat pula dimaknai sebagai berbagai informasi yang disusun secara sistematis sesuai kurikulum, sehingga memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri.

Seiring perkembangannya, bahan ajar dapat dikembangkan dalam berbagai bentuk, salah satunya berupa bahan ajar digital interaktif yang mampu meningkatkan ketercapaian tujuan pembelajaran yang aktif dan menyenangkan (Furaidah dkk., 2022). Pada dasarnya, pemanfaatan bahan ajar digital interaktif memberikan banyak manfaat positif bagi proses belajar, antara lain mendukung peningkatan prestasi siswa melalui visualisasi materi secara jelas menggunakan gambar, video, dan animasi yang dirancang dengan menarik (Yuliana dkk., 2021).

Bahan ajar digital interaktif memungkinkan siswa untuk belajar baik secara individu maupun kelompok, di mana mereka dapat secara aktif mempelajari materi, mengerjakan lembar aktivitas, serta latihan soal. Hal ini memberikan dampak positif terhadap pencapaian belajar (Siregar & Mansyur, 2021). Media ini juga mampu menyederhanakan materi yang kompleks dengan menekankan pada inti pembahasan, sehingga dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa. Selain itu, penyampaian materi menjadi lebih mudah dan efisien, serta mendukung siswa untuk belajar mandiri dengan memanfaatkan sumber belajar yang relevan (Sinaga, 2015).

Menurut Sutarno (2011), penggunaan bahan ajar digital interaktif dalam pembelajaran mampu menarik perhatian siswa berkat visualisasi yang disajikan, sehingga mendorong mereka untuk lebih memahami materi. Media ini juga membantu siswa mengorganisasi ide, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, serta berkontribusi positif terhadap perkembangan kemampuan siswa dalam memaknai informasi secara visual. Dengan demikian, bahan ajar digital interaktif memungkinkan siswa untuk mengingat dan menelaah kembali informasi yang telah dipelajari.

Penerapan bahan ajar digital interaktif memberikan dukungan yang signifikan terhadap proses pembelajaran dan berkontribusi pada peningkatan prestasi belajar siswa. Hal ini dimungkinkan karena bahan ajar tersebut mampu memvisualisasikan materi secara jelas melalui penggunaan gambar, video, serta animasi tiga dimensi yang didesain menarik dan dilengkapi dengan fitur interaktif yang melibatkan siswa secara langsung dalam pembelajaran. Interaktivitas yang tersedia dapat membantu menarik dan mempertahankan perhatian siswa dalam memahami materi. Interaktivitas juga memberikan kesan dan pengalaman baru yang diperoleh siswa sehingga dapat meningkatkan minat baca dan menjauhkan mereka dari rasa bosan (Ananta dkk., 2025). Angulo dkk (2020) dalam penelitiannya mengatakan bahwa interaktifitas berhasil mentransfer pengetahuan dan memiliki dampak nyata yang jelas bagi penggunaanya dalam menunjukkan inspirasi dan niat untuk melakukan literasi secara visual.

Keunggulan bahan ajar digital interaktif ini diantaranya adalah interaktivitas yang membuat siswa dapat mengeksplorasi materi sesuai dengan kebutuhannya, kesederhanaan media yang menciptakan kemudahan akses bagi siswa dengan memanfaatkan berbagai alat digital

(smartphone, laptop, tablet dan PC), penyajian gambar berbentuk 3 dimensi yang memberikan siswa penggambaran yang jelas terkait dengan materi yang dipelajarinya serta dapat memberikan siswa pengalaman belajar yang baru sehingga dapat meningkatkan minat dan keingintahuan siswa dalam belajar. Selain itu, menurut Siricharoen & Siricharoen (2015) menyatakan bahwa, saat ini banyak alat visualisasi berbasis web yang memudahkan seseorang untuk membuat bahan ajar digital interaktif. Oleh karenanya, pengembangan digital interaktif tentunya mudah dilakukan dan tidak memerlukan biaya yang mahal.

Pokok bahasan pembelajaran pada pengembangan ini berisikan tentang materi struktur sel eukariotik dan prokariotik pada mata pelajaran Biologi di kelas XI SMA. Materi ini umumnya bersifat abstrak dan membutuhkan penggambaran yang jelas. Menurut Sahertian & Helilintar (2017), dalam penyampaian materi sel diperlukan adanya media yang merepresentasikan bentuk sebenarnya dari sel itu sendiri sehingga siswa memiliki ketertarikan untuk belajar. Selain itu menurut Suhailah dkk (2021), kesulitan belajar dalam pokok bahasan sel Salah satu alasannya adalah karena tidak semua materi dapat dipelajari melalui pengalaman langsung. Selain itu, penggunaan media yang bersifat pasif dan kurang interaktif seringkali membuat siswa kesulitan dalam memahami materi serta menimbulkan rasa jenuh dalam belajar.

Selama implementasinya dalam pembelajaran, bahan ajar digital interaktif dapat dimanfaatkan guru sebagai sarana pendukung bagi siswa untuk belajar. Menurut Kustijono & Hakim (2018), bahan ajar digital memungkinkan guru untuk mengintegrasikan multimedia (teks, gambar, suara, dan animasi) ke dalam bahan ajar. bahan ajar digital interaktif dapat memberikan gambaran yang lebih

jelas bagi siswa terkait dengan struktur sel eukariotik dan prokariotik. Materi yang disajikan secara singkat dan jelas akan memudahkan siswa untuk lebih memahami materi yang diajarkan. Pembelajaran yang selama ini berorientasi pada guru, dapat terbantu dengan adanya bahan ajar digital interaktif ini dengan orientasi kepada siswa. Sehingga baik siswa maupun guru memiliki peranan yang sepadan selama pembelajaran.

Hasil uji coba yang dilakukan menunjukkan bahwa bahan ajar digital interaktif memperoleh tanggapan yang sangat positif, baik dari ahli maupun dari siswa. Dari ahli materi diperoleh persentase kelayakan sebesar 100%, sedangkan dari ahli media sebesar 96,25%. Nilai tersebut menegaskan bahwa bahan ajar digital interaktif telah memenuhi kriteria kelayakan dari sisi isi, penyajian, dan kualitas media. Penilaian para ahli ini memperlihatkan bahwa produk yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran biologi, khususnya dalam menyajikan materi yang bersifat kompleks seperti struktur sel eukariotik dan prokariotik.

Selanjutnya, uji coba pada siswa kelas XI MIPA 1 SMA Islam Malang juga menunjukkan hasil yang konsisten. Pada uji coba perseorangan diperoleh persentase kelayakan sebesar 91,87%, pada uji coba kelompok kecil 93,75%, dan pada uji coba lapangan meningkat menjadi 94,08%. Kenaikan nilai pada setiap tahap uji coba mengindikasikan bahwa bahan ajar digital interaktif semakin diterima dan terbukti efektif digunakan, baik dalam skala kecil maupun besar. Hal ini memperlihatkan bahwa interaktivitas, visualisasi, dan kemudahan penggunaan menjadi faktor penting yang membuat produk ini disukai siswa.

Efektivitas bahan ajar digital interaktif juga didukung oleh hasil evaluasi pretest

dan posttest. Nilai rata-rata pretest yang diperoleh siswa ialah 75,91, sedangkan rata-rata posttest meningkat signifikan menjadi 96,8. Dari total 22 siswa, sebanyak 20 siswa (91%) mengalami peningkatan hasil belajar, sementara 2 siswa (9%) belum menunjukkan peningkatan. Berdasarkan keterangan guru, hal ini terjadi karena adanya faktor eksternal, yakni kegiatan lomba antar kelas yang berlangsung bersamaan dengan penelitian, sehingga sebagian siswa tidak dapat mengikuti proses pembelajaran secara optimal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kendala bukan berasal dari kelemahan produk, melainkan dari faktor non-akademis yang memengaruhi keterlibatan siswa dalam penelitian.

Secara keseluruhan, temuan ini memperkuat bahwa bahan ajar digital interaktif efektif dan layak digunakan dalam pembelajaran biologi. Produk ini mampu meningkatkan motivasi dan prestasi belajar siswa melalui penyajian materi yang lebih menarik, ringkas, serta dilengkapi dengan media visual, animasi, dan interaksi. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (Siregar & Mansyur, 2021; Yuliana dkk., 2021) yang menyatakan bahwa penggunaan bahan ajar digital interaktif dapat meningkatkan keterlibatan siswa, mempermudah pemahaman materi, dan mendukung proses pembelajaran yang aktif serta menyenangkan.

Dalam uji cobanya selama pembelajaran, ditemukan keterbatasan yang dimiliki oleh bahan ajar digital interaktif yaitu penggunaannya yang membutuhkan konektivitas internet, namun hal ini dapat diatasi dengan ketersediaan internet yang merupakan fasilitas sekolah sehingga siswa dapat termudahkan. Selain hal tersebut, bahan ajar digital interaktif tidak lagi memiliki keterbatasan yang fatal. Sehingga terdapat resiko-resiko dalam pembelajaran yang dapat diminimalisir

dampak buruknya dalam pembelajaran. Bahan ajar memiliki berbagai keunggulan dengan kelemahan yang sedikit sehingga cocok untuk diterapkan dalam pembelajaran.

Dari hasil uji coba kepada siswa, diperoleh hasil tanggapan dan saran yang membentuk kesimpulan siswa tertarik menggunakan bahan ajar digital interaktif ini dalam proses pembelajaran karena penyajian materi yang simple dan praktis sehingga membantu siswa dalam mengetahui pokok bahasan yang disampaikan sehingga mudah dipahami. Siswa juga merasa bahan ajar digital interaktif layak diterapkan untuk materi pembelajaran yang lain. Selain itu Adapun siswa yang berpendapat bahwa pada bahan ajar digital interaktif yang dikembangkan terdapat penjelasan yang rumit dan masih bisa dipersingkat lagi sehingga perlu diperbaiki. Dalam hal ini, pengembang tidak melakukan perbaikan karena hal tersebut hanya disampaikan oleh satu siswa saja

KESIMPULAN

Bahan ajar digital interaktif telah menciptakan pengalaman baru bagi siswa dalam belajar. Interaktivitas yang disajikan secara menarik membuat materi yang disampaikan menjadi lebih bisa dieksplorasi oleh siswa. Pembelajaran yang sebelumnya pasif karena hanya disampaikan dengan metode ceramah terbantu dengan adanya digital interaktif. Dalam hal ini, produk yang dihasilkan juga telah memberikan gambaran yang jelas kepada siswa dari yang sebelumnya bersifat abstrak. Data dari hasil penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa digital interaktif efektif dan efisien digunakan dalam pembelajaran. Dengan adanya digital interaktif, memudahkan siswa dalam memahami materi pembelajaran yang rumit. Saran penelitian yang lebih lanjut adalah untuk melakukan

pengembangan dan uji coba bahan ajar digital dengan berbagai bentuk dan wujud terhadap materi pembelajaran lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananta, M. P., Soepriyanto, Y., & Praherdhiono, H. (2025). Penugasan Berbasis Screencast terhadap Hasil Belajar Prosedural Mahasiswa dalam Pembelajaran Statistik Menggunakan SPSS melalui Metode Kuasi Eksperimen. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 5(6), 1537-1545. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.829>
- Ananta, M. P., Triretningrum, A. N., Purnomo, & Soepriyanto, Y. (2024). Pengembangan media edukatif pop-up card puzzle untuk pembelajaran hewan dan habitatnya dalam meningkatkan hasil belajar siswa. *E-Tech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, 11(2). <https://doi.org/10.24036/et.v12i2.128581>
- Angulo, A. L., Pardo, L. L., & Canossa, A. (2020). Subsys simulator: an interactive infographic for knowledge transfer. *Proceedings of the 13th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction*, 1-5. <https://doi.org/10.1145/3430036.343007>
- Arikunto, S. (2010). Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik. *Jakarta: Rineka Cipta*, 120-123.
- Ayshara, F. D., & Kamil, K. (2025). Pemanfaatan Media Interaktif Untuk Mengatasi Kejenuhan Siswa Dalam Pembelajaran PAI Di SD Citra Indonesia. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(2), 3053-3066. <https://doi.org/10.31004/innovative.v5i2.18677>
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan bahan ajar berbasis ADDIE model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35-42. <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- Cholik, C. A. (2017). Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan pendidikan di Indonesia. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 2(6), 21-30. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v2i6.130>
- Furaidah, A. J., Rozak, A., & Rasyad, S. (2022). Bahan Ajar Digital Teks Novel Berorientasi Karakter Jujur. *Deiksis: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 9(1), 21-30. <https://doi.org/10.33603/deiksis.v9i1.6837>
- Hamdan, H. (2021). *Implementasi Penggunaan Multimedia dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam di SMKN 1 Pinrang*. IAIN Parepare.
- Hernawan, A. H., Permasih, H., & Dewi, L. (2012). Pengembangan Bahan Ajar. *Direktorat UPI, Bandung*, 4(11).
- Khamidah, N., Winarto, W., & Mustikasari, V. R. (2019). Discovery Learning: Penerapan dalam pembelajaran IPA berbantuan bahan ajar digital interaktif untuk meningkatkan prestasi belajar siswa. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 3(1), 87-99. <https://doi.org/10.31331/jipva.v3i1.770>
- Kustijono, R., & Hakim, S. R. (2018). Online-Based Applied Physics Learning Effectiveness of Interactive Digital Teaching Materials. *International Conference on Science and Technology (ICST 2018)*, 1112-1115. <https://doi.org/10.2991/icst-18.2018.224>
- Li, N., Brossard, D., Scheufele, D., Wilson, P. H., & Rose, K. M. (2018). Communicating data: interactive infographics, scientific data and credibility. *Journal of Science Communication*, 17(2), A06. <https://doi.org/10.22323/2.17020206>
- Lin, C.-S., & Wu, R. Y.-W. (2016). Effects of web-based creative thinking teaching on students' creativity and learning

- outcome. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(6), 1675–1684. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1558a>
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah, N., & Amalia, D. A. (2020). Analisis Bahan Ajar. *NUSANTARA*, 2(2), 311–326. <https://doi.org/10.36088/nusantara.v2i2.828>
- Noviyanti, R., Tundjung, T., & Prasetya, Y. B. (2020). Workshop Media Pembelajaran Infografis Bagi Guru Mata Pelajaran Sebagai Media Pembelajaran Alternatif di Madrasah Aliyah Tansyitul Muta'allimiin. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ilmu Keguruan Dan Pendidikan (JPM-IKP)*, 3(2), 60–66. <https://doi.org/10.31326/jmp-ikp.v3i2.695>
- Nurteti, L., Srisudarso, M., Wahyuni, A., Ramadhan, M. K., & Ananta, M. P. (2024). Evaluation of the Effect of Using Educational Games on Early Childhood Learning Achievement. *Journal Emerging Technologies in Education*, 2(1), 83–97. <https://doi.org/10.70177/jete.v2i1.755>
- Sadiman, A. (2010). Media pendidikan, pengertian, pengembangan, dan pemanfaatannya. *Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada*.
- Sahertian, J., & Helilintar, R. (2017). Pengembangan aplikasi mobile augmented reality sebagai media pembelajaran biologi materi sel. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 3(1), 49–53. <https://doi.org/10.34128/jsi.v3i1.70>
- Sinaga, M. (2015). Pengembangan bahan ajar berbasis kontekstual untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada pengajaran reaksi redoks. *Semirata 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat*, 549–558.
- Siregar, B. H., & Mansyur, A. (2021). Pendampingan Guru-Guru Penggerak Dalam Pengembangan Bahan Ajar Digital Interaktif Untuk Mengoptimalkan Proses Belajar Dimasa Pandemi Covid 19. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat" Penguatan Peran Perguruan Tinggi Dalam Meningkatkan Kualitas Hidup Di Era New Normal Melalui Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat"*, 96–100.
- Siricharoen, W. V., & Siricharoen, N. (2015). How infographic should be evaluated. *Proceedings of the 7th International Conference on Information Technology (ICIT 2015)*, 558–564. <https://doi.org/10.15849/icit.2015.0100>
- Suarcita, G. P., Astawa, I. W. P., & Suarsana, I. M. (2020). Development Of Interactive Digital Teaching Materials With A Multi-Representation Approach To Round Number Materials For Vii Class Tunarungu Smp1b Students. *Akademika: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 9(01), 69–84. <https://doi.org/10.34005/akademika.v9i01.731>
- Suhailah, F., Muttaqin, M., Suhada, I., Jamaluddin, D., & Paujiah, E. (2021). Articulate Storyline: Sebuah Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Materi Sel. *Pedagonal: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(1), 19–25. <https://doi.org/10.33751/pedagonal.v5i1.3208>
- Supriadi, N. (2015). Mengembangkan kemampuan koneksi matematis melalui buku ajar elektronik interaktif (BAEI) yang terintegrasi nilai-nilai keislaman. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 63–74. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v6i1.51>
- Sutarno, S. (2011). Penggunaan Multimedia Interaktif pada Pembelajaran Medan Magnet untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Mahasiswa. *EXACTA*, 9(1), 60–66.
- Yuliana, F. H., Fatimah, S., & Barlian, I. (2021). Pengembangan bahan ajar digital interaktif dengan pendekatan kontekstual pada mata kuliah teori

ekonomi mikro. *Jurnal PROFIT Kajian Pendidikan Ekonomi Dan Ilmu Ekonomi*, 8(1), 36–46. <https://doi.org/10.36706/jp.v8i1.13875>