



## Pengembangan E-Modul Berbasis *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dengan Visualisasi 3D pada Materi Struktur dan Fungsi Sel

Nur Hafizah\*, Giry Marhento, Jupriadi  
Universitas Indraprasta PGRI  
\*Email: hafizahnur614@gmail.com

### Abstract

*The topic of Cell Structure and Function is abstract and often difficult for students to understand, requiring digital learning media that are more concrete and interactive. This study aims to develop a Contextual Teaching and Learning (CTL) based e-module equipped with 3D visualization and to determine its feasibility through expert, teacher, and student evaluations. The research used a research and development (R&D) approach with the ADDIE model, limited to the Analyze, Design, and Develop stages. Data were collected through interviews, expert validation questionnaires, and user response questionnaires, then analyzed descriptively. The results show that the e-module is highly feasible. The material expert gave a score of 84.47%, the media expert 94.57%, while teachers and students provided scores of 87.50% and 84.08%, respectively. The 3D visualization effectively clarifies microscopic cell structures, and CTL components support meaningful learning activities. Thus, the CTL-based e-module with 3D visualization is suitable for use and has the potential to enhance students' conceptual understanding.*

**Keywords:** e-module, CTL, 3D visualization, cell structure and function

### Abstrak

Materi Struktur dan Fungsi Sel merupakan topik abstrak yang sering menimbulkan kesulitan bagi siswa, sehingga dibutuhkan bahan ajar digital yang lebih konkret dan interaktif. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul berbasis *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dengan visualisasi 3D serta mengetahui kelayakannya melalui validasi ahli, guru, dan siswa. Metode yang digunakan yaitu *research and development* (R&D) dengan model ADDIE, dibatasi pada tahap *Analyze, Design, dan Develop*. Data dikumpulkan melalui wawancara, angket validasi, dan angket respons, kemudian dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul berada pada kategori sangat layak. Ahli materi memberikan nilai kelayakan 84,47%, ahli media 94,57%, guru 87,50%, dan siswa 84,08%. Visualisasi 3D terbukti membantu memperjelas konsep organel sel, sedangkan komponen CTL mendukung aktivitas belajar yang bermakna. Dengan demikian, e-modul berbasis CTL dengan visualisasi 3D layak digunakan dan berpotensi meningkatkan pemahaman siswa.

**Kata kunci:** e-modul, CTL, visualisasi 3D, struktur dan fungsi sel.

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada era Revolusi Industri 4.0 menuntut dunia pendidikan untuk mengadopsi media pembelajaran yang lebih interaktif, adaptif, dan mampu mendukung kemandirian belajar peserta didik. Kurikulum Merdeka yang digunakan di SMA PGRI 4 Jakarta menggarisbawahi pentingnya pembelajaran yang berpusat pada siswa. Namun, hasil pra-survei menunjukkan bahwa materi Biologi, khususnya Struktur dan Fungsi Sel, masih diajarkan dengan sumber belajar konvensional seperti buku teks dan slide presentasi. Keterbatasan media visual tersebut membuat siswa kesulitan memahami organel sel yang bersifat mikroskopis dan abstrak, sehingga keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran menjadi rendah.

Kondisi ini menegaskan perlunya inovasi bahan ajar digital yang mampu menyajikan konten secara menarik, konkret, dan mudah diakses. E-modul menjadi salah satu alternatif yang relevan karena menawarkan pembelajaran yang mandiri, sistematis, dan interaktif. Menurut Sidiq dan Najuah (2020), e-modul dapat meningkatkan motivasi dan partisipasi belajar melalui integrasi teks, gambar, dan elemen multimedia. Hal ini selaras dengan temuan Magdalena et al. (2020) bahwa modul digital mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi karena memberi ruang bagi siswa untuk belajar sesuai ritme dan kebutuhan mereka.

Pada materi sel, yang memiliki karakter abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung, diperlukan media visualisasi yang mampu memperjelas representasi konsep. Media tiga dimensi (3D) menjadi solusi yang efektif, sebagaimana dijelaskan Rohmatulloh et al. (2022) dan Nisa et al. (2023) bahwa visualisasi 3D dapat memperkuat pemahaman konsep, meningkatkan minat belajar, serta membantu siswa memetakan hubungan antarorganel. Platform seperti Assemblr Edu memungkinkan siswa mengeksplorasi model sel secara lebih realistis sehingga konsep mikroskopis dapat dihadirkan dalam bentuk yang lebih bermakna.

Selain aspek visual, pembelajaran juga perlu menyediakan pengalaman belajar yang menghubungkan materi akademik dengan konteks kehidupan nyata. *Contextual Teaching and Learning* (CTL) merupakan pendekatan yang tepat karena mendorong siswa membangun pengetahuan melalui aktivitas yang relevan dengan kehidupan mereka. Johnson (2002) menegaskan bahwa CTL membantu siswa menemukan makna melalui kegiatan belajar yang autentik, sedangkan Sanjaya (dalam Sudarmanto et al., 2021) menjelaskan bahwa tujuh komponen CTL konstruktivisme, inkuiri, bertanya, masyarakat belajar, pemodelan, refleksi, dan penilaian autentik—dapat meningkatkan kualitas keterlibatan dan pemahaman siswa.

Untuk menghasilkan produk pembelajaran yang terencana dan layak digunakan, penelitian ini mengadopsi model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, dan pengembangan. Model ini dinilai sistematis dan efisien dalam menghasilkan produk pendidikan yang berkualitas (Sugiyono, 2017; Wanto et al., 2020). Leksono et al. (2019) menyebutkan bahwa ADDIE sangat sesuai untuk pengembangan bahan ajar digital karena tiap tahapan saling mendukung untuk memastikan produk akhir memenuhi kebutuhan peserta didik.

Melalui penggabungan pendekatan CTL dan visualisasi 3D ke dalam e-modul, proses pembelajaran diharapkan lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna. Siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga didorong untuk melakukan observasi, bertanya, berdiskusi, dan merefleksikan pengalaman belajarnya. Integrasi tersebut diperkirakan mampu mengatasi kendala utama pada materi Struktur dan Fungsi Sel, yaitu tingginya tingkat abstraksi.

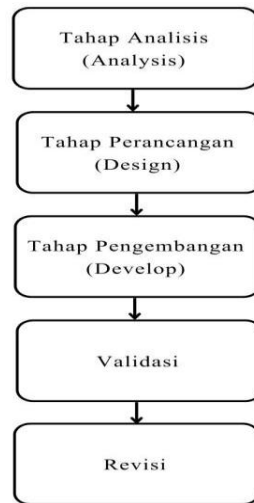
Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul berbasis *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dengan visualisasi 3D pada materi Struktur dan Fungsi Sel serta menguji kelayakan produk melalui validasi ahli. Hasil penelitian diharapkan memberikan manfaat bagi guru dalam menyediakan bahan ajar inovatif, bagi siswa dalam memahami materi abstrak secara lebih konkret, serta bagi sekolah dalam memperkuat implementasi pembelajaran berbasis teknologi sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka.

## **METODE PENELITIAN**

### **Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan *research and development* (R&D) dengan mengadaptasi model pengembangan ADDIE, namun hanya difokuskan pada tiga tahap awal, yaitu analisis, perancangan, dan pengembangan. Pembatasan tahap dilakukan karena tujuan utama penelitian adalah menghasilkan produk e-modul dan menilai kelayakannya melalui validasi ahli, sehingga tahap implementasi dan evaluasi tidak diterapkan.

Produk yang dikembangkan berupa e-modul berbasis *Contextual Teaching and Learning* (CTL) yang dilengkapi visualisasi 3D pada materi Struktur dan Fungsi Sel kelas XI SMA. Alur rancangan penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan penelitian

### Teknik Pengumpulan Data dan Pengembangan Instrumen

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui wawancara, angket, dan validasi ahli yang disusun mengikuti tahapan model ADDIE. Wawancara dilaksanakan dengan guru Biologi serta beberapa siswa untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kebutuhan pembelajaran, hambatan yang dialami selama mempelajari materi sel, serta karakteristik peserta didik yang relevan bagi pengembangan e-modul.

Selanjutnya, angket digunakan untuk mengumpulkan data dari ahli materi, ahli media, guru, dan siswa pada uji coba terbatas. Instrumen yang digunakan dalam angket ini dikembangkan berdasarkan sejumlah acuan teoretis, yaitu standar kelayakan bahan ajar menurut BSNP (2014), prinsip-prinsip pengembangan media pembelajaran yang dikemukakan Asyhar (2012) dan Sadiman et al. (2018), serta tujuh komponen utama dalam pendekatan CTL menurut Sanjaya (2010).

Instrumen untuk uji coba siswa dirancang dengan mengacu pada indikator kepraktisan media dari Nieveen (2007), yang meliputi aspek kemenarikan tampilan, kemudahan penggunaan, efektivitas penyajian materi, serta tingkat pemahaman konsep. Seluruh instrumen disusun menggunakan skala Likert untuk memastikan kesesuaian, kejelasan butir, dan kelayakan instrumen sebelum digunakan pada tahap pengumpulan data.

### Teknik Analisis Data

#### 1. Analisis Kuantitatif

Data kuantitatif berasal dari skor angket yang diberikan oleh ahli materi, ahli media, guru, serta siswa. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk memperoleh persentase kelayakan produk menggunakan rumus:

Kategori kelayakan ditetapkan berdasarkan Tabel 1 berikut

Tabel 1. Kategori Presentase Kelayakan

Presentase	Kriteria
81 – 100 %	Sangat layak
61 – 80 %	Layak
41 – 60 %	Cukup layak
21 – 40 %	Tidak layak
0 – 20 %	Sangat tidak layak

Reliabilitas instrumen pada uji coba siswa dianalisis menggunakan Cronbach Alpha, dengan kriteria  $\alpha \geq 0,70$  sebagai indikator instrumen yang reliabel.

## 2. Analisis Kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari komentar validator, saran perbaikan, serta hasil wawancara pada tahap analisis kebutuhan. Analisis dilakukan melalui langkah reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Sarosa, 2021). Temuan kualitatif digunakan untuk merevisi dan menyempurnakan e-modul sebelum uji coba terbatas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan e-modul berbasis *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dengan visualisasi 3D pada materi Struktur dan Fungsi Sel dalam penelitian ini mengacu pada tiga tahap model ADDIE, yaitu *analysis*, *design*, dan *development*. Hasil dari setiap tahap dijelaskan sebagai berikut.

### Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap ini bertujuan mengidentifikasi masalah pembelajaran serta kebutuhan pengembangan e-modul. Analisis dilakukan terhadap kurikulum, karakteristik siswa, kebutuhan belajar, analisis tugas, dan telaah bahan ajar yang digunakan guru. Hasil analisis kurikulum menunjukkan bahwa Kurikulum Merdeka pada Capaian Pembelajaran Fase F menuntut peserta didik mampu menjelaskan komponen kimiawi sel, struktur dan fungsi organel, serta keterkaitan keduanya. Guru menyampaikan bahwa materi tersebut sulit dipahami karena bersifat abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung. Minimnya media visual yang mendukung membuat siswa kesulitan menghubungkan konsep sel dengan fenomena nyata. Kondisi ini mengindikasikan perlunya bahan ajar digital yang lebih konkret secara visual.

Temuan angket kebutuhan menunjukkan bahwa dari 23 siswa, 86,9% membutuhkan media visual menarik, 82,6% menginginkan media interaktif seperti animasi atau 3D, dan 73,9% memerlukan e-modul fleksibel yang dapat digunakan secara mandiri. Temuan ini menegaskan bahwa siswa membutuhkan media pembelajaran digital yang tidak hanya informatif tetapi juga interaktif serta kontekstual.

Analisis karakteristik siswa menunjukkan bahwa mereka berada pada tahap perkembangan operasional formal sehingga sudah mampu berpikir abstrak, namun tetap membutuhkan dukungan visual untuk memahami konsep mikroskopis. Sebagian besar siswa juga terbiasa menggunakan perangkat digital dan aplikasi pembelajaran, sehingga siap memanfaatkan e-modul dengan fitur visualisasi 3D. Temuan ini mendukung integrasi CTL yang menekankan aktivitas pengamatan, inkuiri, diskusi, pemodelan, dan refleksi.

Analisis tugas memperlihatkan bahwa pembelajaran masih berfokus pada soal-soal kognitif rendah (C1–C2) dan belum memberi ruang bagi aktivitas yang mendukung inkuiri, analisis visual, atau penilaian autentik. Hal ini menguatkan kebutuhan pengembangan e-modul yang menyediakan aktivitas pembelajaran tingkat tinggi melalui penggunaan model 3D, pertanyaan pemantik, diskusi terarah, dan refleksi.

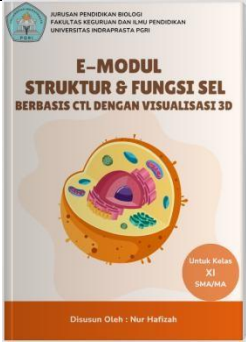
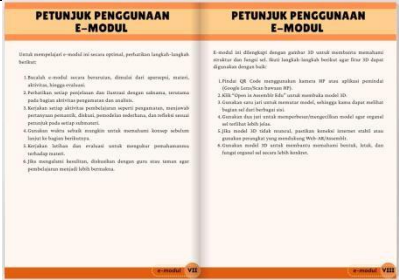
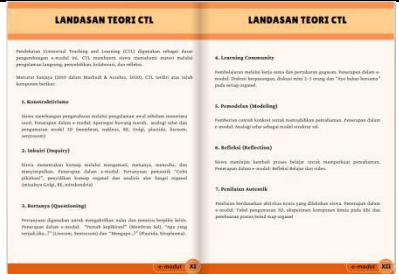
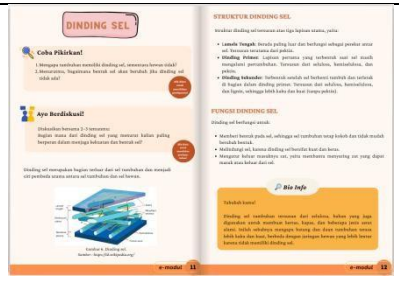
Telaah bahan ajar menunjukkan bahwa buku ajar dan modul guru sudah sesuai kurikulum, tetapi masih terbatas pada visualisasi 2D dan belum memuat komponen CTL secara komprehensif. Oleh karena itu, e-modul dengan visualisasi 3D dikembangkan sebagai solusi untuk menyajikan konsep abstrak secara konkret, interaktif, dan kontekstual sesuai tuntutan pembelajaran abad 21.

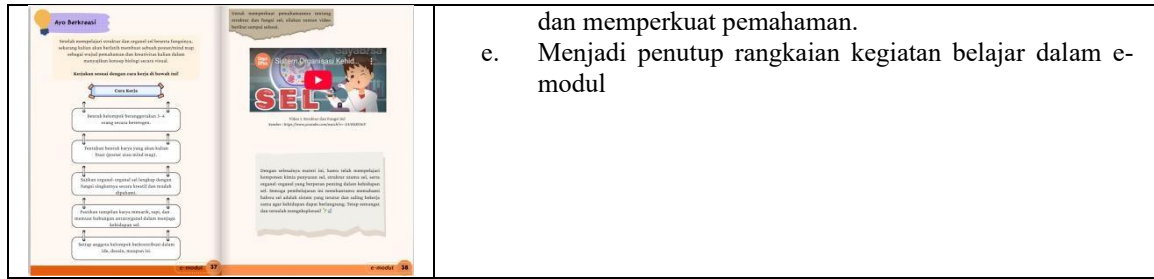
Secara keseluruhan, tahap analisis menunjukkan bahwa pengembangan e-modul berbasis CTL dengan visualisasi 3D sangat diperlukan untuk meningkatkan pemahaman siswa dan mendukung pembelajaran bermakna.

### Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan dilakukan sebagai tindak lanjut dari hasil analisis. Pada tahap ini, peneliti menyusun struktur e-modul yang mengintegrasikan pendekatan CTL dengan visualisasi 3D. Rancangan e-modul meliputi desain sintaks pembelajaran, fitur visualisasi 3D, petunjuk penggunaan, dan aktivitas belajar berbasis CTL. Tabel desain e-modul berisi komponen-komponen seperti:

**Tabel 2.** Rancangan E-Modul Berbasis CTL dengan Visualisasi 3D

Desain	Keterangan
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Tampilan cover e-modul hasil pengembangan.</li> <li>Judul: E-Modul Struktur &amp; Fungsi Sel Berbasis CTL dengan Visualisasi 3D.</li> <li>Menampilkan ilustrasi sel sebagai representasi materi utama.</li> <li>Mencantumkan identitas institusi (Unindra PGRI) dan kelas sasaran (XI SMA/MA).</li> <li>Didominasi warna hangat dan desain modern untuk meningkatkan kemenarikan visual.</li> <li>Disusun oleh: Nur Hafizah</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Berisi panduan langkah demi langkah bagi siswa untuk mempelajari e-modul secara efektif.</li> <li>Menjelaskan cara mengikuti alur pembelajaran CTL: apersepsi → pengamatan → pertanyaan pemantik → diskusi → pemodelan → refleksi → evaluasi.</li> <li>Memberikan instruksi teknis penggunaan model 3D, seperti memindai QR Code, membuka Assemblr Edu, memutar model, memperbesar/memperkecil tampilan, serta memecahkan kendala teknis.</li> <li>Dirancang agar siswa dapat mengoperasikan e-modul secara mandiri dan memperoleh pengalaman belajar yang optimal melalui integrasi CTL dan visualisasi 3D</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Berisi dasar teoretis pengembangan e-modul menggunakan pendekatan Contextual Teaching and Learning</li> <li>Menjelaskan tujuh komponen CTL (konstruktivisme, inkuiri, questioning, learning community, modeling, reflection, authentic assessment).</li> <li>Menampilkan contoh konkret penerapan setiap komponen dalam e-modul, seperti apersepsi bawang merah, analogi telur, pengamatan model 3D, diskusi mini, pertanyaan pemantik, refleksi, dan penilaian autentik.</li> <li>Menjadi dasar yang menghubungkan teori CTL dengan implemen</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Menyediakan scan marker berupa QR Code untuk membuka model 3D melalui aplikasi Assemblr Edu.</li> <li>Memungkinkan siswa mengakses visualisasi 3D organel/dinding sel secara langsung menggunakan ponsel.</li> <li>Menjadi fitur utama hasil pengembangan karena mendukung pembelajaran interaktif berbasis 3D.</li> <li>Membantu siswa mengamati struktur sel secara lebih realistis dan mendalam</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ayo Berkreasi merupakan penilaian autentik berupa tugas kelompok untuk membuat poster atau mind map organel sel.</li> <li>Mengembangkan kreativitas, kolaborasi, dan kemampuan menginterpretasi struktur &amp; fungsi sel.</li> <li>Mendukung komponen CTL: learning community, modeling, dan authentic assessment.</li> <li>Halaman video berfungsi sebagai refleksi pembelajaran, membantu siswa meninjau kembali materi secara visual</li> </ol>



- dan memperkuat pemahaman.  
 e. Menjadi penutup rangkaian kegiatan belajar dalam e-modul

**Tahap Pengembangan (*Development*)**

Pada tahap pengembangan, e-modul yang telah dirancang divalidasi oleh dua ahli (ahli materi dan ahli media) serta diuji cobakan secara terbatas kepada guru dan siswa. Validasi dilakukan untuk menilai kelayakan isi, tampilan, serta integrasi pedagogis CTL dan visualisasi 3D. Adapun hasil validasi ahli serta respon uji coba guru dan siswa disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 3.** Hasil Validasi Oleh Ahli Materi

<b>Indikator</b>	<b>Presentase</b>
Aspek materi	90 %
Aspek Bahasa	80 %
Aspek penyajian	83 %
<b>Total</b>	<b>84 %</b>
<b>Kategori</b>	<b>Sangat layak</b>

**Tabel 4.** Hasil Validasi Oleh Ahli Media

<b>Indikator</b>	<b>Presentase</b>
Aspek desain tampilan dan kegrafikan	94 %
Aspek kelengkapan dan fungsionalitas media	100 %
Aspek integrasi pedagogis CTL	94 %
Aspek kualitas visualisasi 3D	90 %
<b>Total</b>	<b>94,57 %</b>
<b>Kategori</b>	<b>Sangat layak</b>

Hasil validasi ahli materi menunjukkan persentase 84% yang termasuk kategori sangat layak. Artinya, isi materi, bahasa, dan penyajian telah memenuhi standar akademik serta selaras dengan tuntutan Kurikulum Merdeka. Hal ini sejalan dengan pendapat Manzil et al. (2022) yang menegaskan bahwa validasi ahli merupakan tahap penting untuk memastikan kesesuaian produk dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik peserta didik.

Validasi ahli media memperoleh skor 94,57% dan termasuk kategori sangat layak. Skor ini menunjukkan bahwa desain tampilan, navigasi, fungsionalitas media, serta integrasi CTL berjalan optimal. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sa'diah et al. (2022) yang menekankan pentingnya aspek visual, navigasi, dan kelengkapan fitur dalam media pembelajaran digital. Skor tinggi pada kualitas visualisasi 3D (90%) menguatkan hasil penelitian Fakrina et al. (2025) dan Rohmah et al. (2022) yang menunjukkan bahwa visualisasi 3D efektif memperjelas konsep abstrak dan meningkatkan motivasi belajar.

**Tabel 5.** Hasil Respon Uji Coba Guru

<b>Indikator</b>	<b>Presentase</b>
Aspek materi	90 %
Aspek Bahasa	80 %
Aspek penyajian	90 %
<b>Total</b>	<b>87,50 %</b>
<b>Kategori</b>	<b>Sangat layak</b>

**Tabel 6.** Hasil Respon Uji Coba Siswa

<b>Indikator</b>	<b>Presentase</b>
Kemenarikan tampilan e-modul	85 %
Kemudahan penggunaan dan kemandirian belajar	83 %
Pemahaman materi struktur dan fungsi sel	84 %
Kualitas visualisasi 3D	90 %
<b>Total</b>	<b>84,08 %</b>
<b>Kategori</b>	<b>Sangat layak</b>

Hasil uji coba kepada guru memperoleh persentase 87,50% (sangat layak). Guru menilai bahwa e-modul mudah digunakan, membantu menjelaskan konsep abstrak, dan mendukung aktivitas belajar CTL. Temuan ini sejalan dengan Biroso & Saputro (2023) yang menyatakan bahwa modul berbasis CTL meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mempermudah penyampaian materi.

Sementara itu, respon siswa memperoleh skor 84,08% (sangat layak). Siswa menilai bahwa visualisasi 3D membuat pembelajaran lebih menarik, membantu memahami konsep organel sel, serta mendukung pembelajaran mandiri. Temuan ini mendukung penelitian Arjuni et al. (2025) dan Sriyanti et al. (2022) yang menunjukkan bahwa media pembelajaran digital yang interaktif mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan kemandirian belajar.

Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa e-modul berbasis CTL dengan visualisasi 3D tidak hanya memenuhi standar kelayakan, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap pemahaman dan motivasi belajar siswa. Integrasi CTL memberikan konteks nyata dan aktivitas bermakna, sementara visualisasi 3D membantu mengatasi sifat abstrak materi sel. Keterpaduan kedua aspek tersebut memungkinkan terjadinya pembelajaran yang bersifat konstruktif, eksploratif, dan reflektif. Hal ini sejalan dengan konsep CTL yang menekankan pengalaman langsung, interaksi, dan keterkaitan materi dengan dunia nyata.

Temuan juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi 3D berpotensi menjadi media inovatif yang efektif dalam pembelajaran Biologi karena menyediakan representasi visual mendalam yang sulit diperoleh melalui buku teks atau gambar 2D. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan memiliki potential effectiveness yang tinggi meskipun belum diuji dalam eksperimen skala luas.

## PENUTUP

Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul berbasis Contextual Teaching and Learning (CTL) dengan visualisasi 3D yang dikembangkan melalui tiga tahap model ADDIE *Analyze, Design, dan Develop* telah menghasilkan produk pembelajaran yang layak dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Materi Struktur dan Fungsi Sel yang bersifat abstrak dapat tersaji lebih konkret melalui integrasi model 3D, sementara komponen CTL membantu siswa mengaitkan konsep dengan konteks nyata. Validasi ahli materi (84,47%) dan ahli media (94,57%), serta respons positif dari guru (87,50%) dan siswa (84,08%), memperkuat bahwa e-modul ini praktis, menarik, serta mampu mendukung pemahaman konsep secara lebih mendalam.

Sejalan dengan temuan tersebut, e-modul ini direkomendasikan untuk digunakan guru sebagai bahan ajar pendamping dalam kegiatan pembelajaran Biologi, sementara siswa dapat memanfaatkannya sebagai sumber belajar mandiri yang interaktif dan fleksibel. Sekolah dapat menjadikan e-modul ini sebagai bagian dari pengembangan media digital yang mendukung Kurikulum Merdeka. Penelitian selanjutnya disarankan melanjutkan pada tahap implementasi dan evaluasi untuk mengukur efektivitas penggunaan e-modul secara empiris, serta mengembangkan fitur multimedia yang lebih interaktif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing, validator ahli, serta guru dan siswa sekolah mitra yang telah berpartisipasi dalam proses pengembangan dan uji coba e-modul. Terima kasih kepada ahli materi dan ahli media yang telah memberikan masukan berharga dalam proses validasi produk. Peneliti juga menyampaikan apresiasi kepada guru Biologi tempat penelitian dilakukan, yang telah memberikan dukungan, fasilitas, dan kesempatan untuk melaksanakan uji coba

lapangan. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyediaan data, kolaborasi, serta bimbingan teknis sangat berkontribusi terhadap kelancaran dan terselesaikannya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, T. (2022). Pengembangan E-Modul Materi Metabolisme dan Substansi Genetik Berbasis Pendekatan Konstekstual Terintegrasi Nilai Islam pada Madrasah Aliyah Menggunakan Linktree (Skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang).
- Arjuni, A. R. S., Hayati, R. Z., & Hambali, H. (2025). Pengembangan E-Modul Berbasis Contextual Teaching and Learning pada Materi Jamur. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10 (3), 1972-1976.
- Asyhar, R. (2012). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). (2014). *Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah*. Jakarta: BSNP.
- Biroso, S. J., & Saputro, S. D. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis CTL Materi Suhu dan Kalor di Kelas XI SMA Negeri 1 Torjun. *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, 10(1), 94-101.
- Fakrina, & Baihaqi. (2024). Rancang Bangun Animasi 3D Sistem Pencernaan Manusia pada Mata Pelajaran Biologi dengan Metode Base E-Learning Menggunakan Aplikasi Blender. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, 8 (2), 634-646.
- Johnson, E. B. (2002). *Contextual Teaching and Learning; what it is and why it's here to stay*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.
- Lanto, H., Marianus., & Rende, J. C. (2021). Perancangan dan Pembuatan serta Pegujian (Kelayakan) Keberfungsian Alat Mengukur Suhu Fluida pada Praktikum Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika Charm Sains*, 2 (3), 137-143.
- Leksono, T., Wardani, A., & Prasetyo, S. (2019). Penerapan model ADDIE dalam pengembangan media pembelajaran Biologi. *Jurnal Pengembangan Pembelajaran IPA*, 5 (2), 95–103.
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Ayu Amalia, D., & Muhammadiyah Tangerang, U. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2 (2), 311–326.
- Mashudi, & Azzahro, F. (2020). *Contextual Teaching and Learning (CTL)*. Jember: LP3DI Press.
- Nieveen, N. (2007). *Formative Evaluation in Educational Design Research*. Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- Rohmah, F., Amir, Z., & Zulhidah. (2022). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Kontekstual pada Materi Volume Bangun Ruang SD/MI. *Jurnal Basicedu*, 6 (2), 1974-1958.
- Sa'diah, Ruhiat, Y., & Sholih. (2022). Pengembangan E-modul Interaktif Berbasis Augmented Reality untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 13 (1), 21-29.
- Sadiman, A. S., Rahardjo, R., Haryono, A., & Rahardjito. (2018). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sadilah, T. G., Kristyaningrum, D. H., & Winarto. (2022). Systematic Literatur Review: Penerapan Model Pembelajaran Contextual Teaching and Learning (CTL) di Sekolah Dasar. *Dialektika Jurnal Pendidikan*, 6 (1), 111-120.
- Sidiq, R & Najuah. (2020). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android pada Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar. *Jurnal Pendidikan Sejarah*, 9(1) : 1-14.
- Sriyanti, A., Wahyuni, S., Latuconsina, N. K., & Amin, R. (2022). Pengembangan E-Modul Berbantuan Software Sigil dengan Pendekatan Kontekstual pada Materi Program Linear Peserta Didik Kelas XI. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6 (1), 300-313.
- Sudarmanto, E. et al. (2021). *Model Pembelajaran Era Society 5.0*. Cirebon: Penerbit Insania.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, dan Penelitian Tindakan*. Bandung: Albeta, cv.
- Wanto, S., Ardo, O., Arisman., Muhsana, E, C, L., Dede, D, Putra., Hikmah, L., Mirza, A., Oktariyana. (2020). *Kupas Tuntas Penelitian Pengembangan Model Borg & Gall*. Wahana Dedikasi. 3(2).