Science and Education Journal
Vol 5 No 2 (2026)
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Analisis Validitas Bahan Ajar Digital Mikrobiologi Untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis

Norfajrina[1], Aminuddin Prahatama Putra[2], M. Arsyad[3]
[123]Program Studi Magister Pendidikan Biologi, Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin norfajrina1998@email.com

Abstrak

Pembelajaran mikrobiologi di perguruan tinggi memerlukan bahan ajar digital yang mampu mendukung pemahaman konsep sekaligus melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Namun, bahan ajar yang digunakan masih didominasi oleh sumber belajar konvensional sehingga belum sepenuhnya mendukung pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan abad ke-21. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis validitas bahan ajar digital mikrobiologi berbasis *Contextual Learning with Web Development* (CLWD) yang dikembangkan untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Penelitian menggunakan metode *Educational Design Research* (EDR) dengan evaluasi formatif Tessmer sampai tahap *expert review*. Data dikumpulkan melalui lembar validasi para ahli sebanyak tiga orang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar digital yang dikembangkan memiliki tingkat validitas sangat tinggi dengan skor kelayakan sebesar 82,5%. Validitas perangkat pendukungpun berada pada kategori valid, meliputi RPS sebesar 84,2%, soal evaluasi sebesar 84,9%, dan LKM sebesar 79,2%. Temuan tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar digital mikrobiologi berbasis CLWD dapat digunakan untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa dalam pembelajaran mikrobiologi.

Kata Kunci: *Bahan Ajar Digital, Berpikir Kritis, CLWD, Mikrobiologi, dan Validitas.*

Abstract

Microbiology learning in higher education requires digital teaching materials that are able to support concept understanding as well as train students' critical thinking skills. However, the teaching materials used are still dominated by conventional learning resources so they do not fully support 21st century skill-oriented learning. This study aims to analyze the validity of microbiology digital teaching materials based on Contextual Learning with Web Development (CLWD) which was developed to train students' critical thinking skills. The research uses the Educational Design Research (EDR) method with Tessmer formative evaluation to the expert review stage. Data was collected through a validation sheet of three experts. The results of the study showed that the digital teaching materials developed had a very high level of validity with a feasibility score of 82.5%. The validity of the supporting devices is also in the valid category, including RPS of 84.2%, evaluation questions of 84.9%, and MFIs of 79.2%. The findings show that CLWD-based microbiology digital teaching materials can be used to train students' critical thinking skills in microbiology learning.

Keywords: *Digital Teaching Materials, Critical Thinking, CLWD, Microbiology, and Validity.*

Corresponding Author:
Norfajrina Norfajrina
Lambung Mangkurat University Banjarmasin, norfajrina1998@e-mail.com

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong transformasi dalam dunia pendidikan, termasuk pada penggunaan sumber belajar berbasis digital. Pemanfaatan media digital dalam pembelajaran memungkinkan penyajian materi secara lebih interaktif melalui integrasi teks, gambar, audio, video, dan berbagai fitur multimedia yang dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa (Geng dkk., 2019; Ageng Prayitno & Hidayati, 2023). Pada pendidikan tinggi, penggunaan bahan ajar digital menjadi salah satu strategi yang dapat mendukung terciptanya pembelajaran yang lebih efektif, fleksibel, dan berpusat pada mahasiswa (Maemunawati & Alif, 2020). Selain meningkatkan aksesibilitas dan kualitas pembelajaran, bahan ajar digital juga berpotensi mendukung pengembangan berbagai keterampilan abad ke-21 yang dibutuhkan mahasiswa. Oleh karena itu, pengembangan bahan ajar digital perlu dilakukan untuk memenuhi tuntutan pembelajaran modern yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Salah satu keterampilan yang menjadi fokus dalam pembelajaran abad ke-21 adalah kemampuan berpikir kritis. Kemampuan ini mencakup keterampilan menginterpretasikan informasi, menganalisis permasalahan, mengevaluasi argumen, menarik inferensi, memberikan penjelasan, serta melakukan regulasi diri dalam proses berpikir (Annida dkk., 2022; Fauzi, 2023). Keterampilan berpikir kritis sangat penting bagi mahasiswa karena membantu mereka dalam memecahkan masalah secara logis dan mengambil keputusan berdasarkan bukti yang valid (Labibah, 2022). Dalam konteks pendidikan sains, kemampuan berpikir kritis menjadi semakin penting karena mahasiswa dihadapkan pada berbagai fenomena ilmiah yang memerlukan proses analisis dan penalaran yang mendalam. Salah satu mata kuliah yang sangat membutuhkan kemampuan tersebut adalah Mikrobiologi.

Mata kuliah Mikrobiologi merupakan salah satu mata kuliah keilmuan yang mempelajari karakteristik, struktur, fungsi, pertumbuhan, dan peranan mikroorganisme dalam berbagai aspek kehidupan. Pembelajaran mikrobiologi tidak hanya menuntut mahasiswa memahami konsep-konsep teoretis, tetapi juga mampu menerapkan metode ilmiah dalam mengamati, menganalisis, dan menyimpulkan berbagai fenomena yang berkaitan dengan mikroorganisme. Namun, karakteristik materi yang bersifat abstrak serta objek kajian yang tidak dapat diamati secara langsung tanpa bantuan alat sering kali menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep secara utuh (Fradisa, 2022). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran mikrobiologi memerlukan bahan ajar yang mampu menyajikan konsep secara visual, kontekstual, dan interaktif sehingga dapat membantu mahasiswa membangun pemahaman yang lebih mendalam sekaligus melatih kemampuan berpikir kritis.

Kebutuhan terhadap bahan ajar yang mendukung pembelajaran mikrobiologi tersebut belum sepenuhnya terpenuhi. Hasil observasi awal pada Program Studi Tadris Biologi UIN Antasari menunjukkan bahwa bahan ajar mikrobiologi yang digunakan masih berupa buku cetak konvensional yang telah digunakan dalam waktu cukup lama. Buku ajar tersebut didominasi oleh tampilan teks dan ilustrasi hitam putih serta belum mengintegrasikan unsur multimedia yang dapat mendukung pembelajaran interaktif. Selain itu, isi bahan ajar belum secara eksplisit memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kritis mahasiswa melalui kegiatan yang mengarahkan pada proses interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi. Akibatnya, pembelajaran mikrobiologi belum sepenuhnya mendukung implementasi pendekatan saintifik maupun pengembangan keterampilan abad ke-21 yang diharapkan.

Permasalahan tersebut sejalan dengan beberapa hasil penelitian yang menunjukkan bahwa rendahnya pemahaman konsep mikrobiologi berkaitan dengan keterbatasan sumber

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

belajar yang digunakan dalam pembelajaran. Sebaliknya, penggunaan media dan bahan ajar berbasis digital terbukti mampu meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran serta mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis (Harun, 2023; Wijarini, 2020). Selain itu, bahan ajar digital memberikan kemudahan akses belajar kapan saja dan di mana saja, meningkatkan motivasi belajar, serta membantu mahasiswa mengaitkan konsep-konsep ilmiah dengan konteks kehidupan nyata (Ayuningtyas dkk., 2022; Br Solin dkk., 2022; Lianto, 2022). Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa inovasi bahan ajar berbasis digital merupakan salah satu alternatif yang potensial untuk mengatasi berbagai kendala dalam pembelajaran mikrobiologi.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan pengembangan bahan ajar digital yang tidak hanya menyajikan materi secara menarik, tetapi juga mampu memfasilitasi proses berpikir kritis mahasiswa. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah *Contextual Learning with Web Development* (CLWD). Pendekatan ini mengintegrasikan pembelajaran kontekstual dengan pemanfaatan teknologi web sehingga memungkinkan penyajian materi yang lebih interaktif, menarik, dan relevan dengan pengalaman belajar mahasiswa (Putra & Utami, 2022). Melalui pendekatan ini, mahasiswa tidak hanya memperoleh informasi, tetapi juga diarahkan untuk mengidentifikasi masalah, menganalisis data, mengevaluasi informasi, serta menyusun kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah (Putra dkk., 2023). Berdasarkan hal tersebut, bahan ajar digital berbasis CLWD diharapkan mampu menjadi sarana yang efektif dalam melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa pada pembelajaran mikrobiologi.

Hal ini diperkuat dari beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan bahan ajar digital pada pembelajaran biologi dan mikrobiologi, namun sebagian besar berfokus pada peningkatan hasil belajar, literasi sains, atau pemahaman konsep. Penelitian yang secara khusus mengembangkan bahan ajar digital mikrobiologi berbasis *Contextual Learning with Web Development* (CLWD) untuk memfasilitasi indikator kemampuan berpikir kritis mahasiswa masih terbatas. Selain itu, kajian validitas produk yang mengintegrasikan karakteristik materi mikrobiologi dengan aktivitas berpikir kritis berbasis web pada tingkat pendidikan tinggi belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pengembangan bahan ajar digital mikrobiologi berbasis CLWD yang dirancang secara sistematis untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa dan diuji validitasnya melalui evaluasi formatif Tessmer.

Meskipun demikian, sebelum bahan ajar digital dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran, perlu dilakukan penjaminan kualitas produk yang dikembangkan. Pada penelitian pengembangan, validitas merupakan salah satu aspek penting yang menentukan kualitas produk sebelum digunakan dalam pembelajaran (Kurniawan dkk., 2023). Validitas menunjukkan tingkat kesesuaian isi, penyajian, bahasa, dan desain produk dengan tujuan pembelajaran serta karakteristik pengguna (Yulinda dkk., 2022). Produk yang memiliki tingkat validitas tinggi menunjukkan bahwa komponen-komponen yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan menurut para ahli dan layak untuk diimplementasikan pada tahap berikutnya (Zaini, 2018). Oleh karena itu, analisis validitas perlu dilakukan sebagai dasar untuk menentukan kualitas bahan ajar digital yang dikembangkan.

Untuk menjamin validitas produk, proses pengembangan bahan ajar digital dalam penelitian ini mengacu pada evaluasi formatif Tessmer sampai ketahap *expert review* (Tessmer, 1998; Chaerani dkk., 2023). Tahapan tersebut memungkinkan adanya perbaikan produk secara berkelanjutan berdasarkan masukan dari ahli maupun pengguna sehingga menghasilkan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Melalui proses evaluasi yang sistematis, kualitas bahan ajar dapat diuji dan disempurnakan sebelum digunakan secara lebih luas.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis validitas bahan ajar digital mikrobiologi berbasis *Contextual Learning with Web Development* (CLWD) yang dikembangkan untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat kevalidan bahan ajar yang dikembangkan serta menjadi referensi dalam pengembangan sumber belajar digital pada pembelajaran mikrobiologi di perguruan tinggi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Educational Design Research* (EDR) yang bertujuan menghasilkan bahan ajar digital mikrobiologi untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Pengembangan produk mengacu pada model evaluasi formatif Tessmer yang mencakup tahap *expert review*, *one-to-one evaluation*, *small group evaluation*, dan *field test* (Tessmer, 1998). Tahapan tersebut dirancang untuk menghasilkan produk pembelajaran yang memenuhi standar kualitas dan kebutuhan pengguna. Fokus penelitian ini dibatasi pada analisis validitas produk yang diperoleh pada tahap *expert review*.

Penelitian dilaksanakan di Program Studi Tadris Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin pada bulan September–Oktober 2025. Subjek penelitian pada tahap validasi terdiri atas tiga validator yang dipilih secara purposive berdasarkan kesesuaian bidang keahlian dengan produk yang dikembangkan. Pemilihan validator dilakukan untuk memperoleh penilaian yang akurat terhadap kualitas bahan ajar digital mikrobiologi. Validator yang terlibat memiliki keahlian pada bidang pendidikan biologi, mikrobiologi, dan pengembangan bahan ajar.

Kualifikasi validator menjadi aspek penting dalam menjamin kualitas proses validasi produk. Seluruh validator memiliki latar belakang pendidikan doktor (S3) yang relevan dengan bidang keahlian masing-masing. Pengalaman validator mencakup kegiatan pembelajaran, penelitian, serta pengembangan perangkat pembelajaran di perguruan tinggi. Penilaian yang diberikan berfokus pada aspek isi, penyajian, bahasa, dan kegrafikan bahan ajar digital yang dikembangkan.

Proses validasi dilakukan menggunakan lembar validasi yang disusun berdasarkan indikator penilaian bahan ajar digital. Aspek yang dinilai meliputi kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan kelayakan tampilan media. Instrumen validasi menggunakan skala Likert empat tingkat dengan skor 1 untuk kategori tidak valid, skor 2 untuk kategori kurang valid, skor 3 untuk kategori valid, dan skor 4 untuk kategori sangat valid. Hasil penilaian dari setiap aspek digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan produk yang dikembangkan.

Pengembangan bahan ajar dan penyusunan instrumen evaluasi didasarkan pada indikator kemampuan berpikir kritis yang diadaptasi dari Facione. Indikator tersebut meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri. Setiap indikator diintegrasikan ke dalam materi, aktivitas pembelajaran, lembar kerja mahasiswa, dan soal evaluasi. Integrasi tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen produk mendukung pelatihan kemampuan berpikir kritis mahasiswa secara sistematis.

Kualitas instrumen validasi juga diperhatikan untuk menjamin keakuratan data yang diperoleh. Lembar validasi dikembangkan berdasarkan kriteria penilaian bahan ajar digital yang mencakup aspek isi, penyajian, bahasa, dan kegrafikan. Instrumen yang digunakan telah melalui telaah ahli untuk memastikan kesesuaian indikator dengan tujuan pengembangan produk. Proses tersebut dilakukan untuk memenuhi validitas isi (*content validity*) sebelum instrumen digunakan dalam penelitian.

Pengumpulan data dilakukan dengan memberikan lembar validasi kepada para validator untuk memperoleh penilaian dan saran perbaikan terhadap produk yang

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

dikembangkan. Data hasil validasi dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif melalui perhitungan persentase tingkat validitas. Persentase validitas dihitung menggunakan rumus validitas yang membandingkan total skor validator dengan total skor maksimal kemudian dikalikan seratus persen. Hasil perhitungan tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat kelayakan bahan ajar digital.

Pada data hasil validasi yang dianalisis akan dihitung persentase tingkat validitas menggunakan rumus:

$$\text{Validitas (V)} = \frac{Total\ Skor\ Validator}{Total\ Skor\ Maksimal} \times 100\ \%$$

Hasil persentase validitas kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria validitas yang diadaptasi dari Akbar (2022) sebagai berikut:

Kriteria Validitas	Keterangan Validitas
85,01 % – 100,00 %	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi
70,01 % – 85,00 %	Cukup valid, atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil
50,01 % – 70,00 %	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
01,00 % – 50,00 %	Tidak valid, atau tidak boleh digunakan

Hasil analisis validitas digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan bahan ajar digital. Proses revisi dilakukan berdasarkan masukan dan rekomendasi yang diberikan oleh para validator. Penyempurnaan produk bertujuan menghasilkan bahan ajar yang memenuhi standar kelayakan sebelum memasuki tahap pengembangan berikutnya. Produk yang valid diharapkan dapat mendukung pembelajaran mikrobiologi dalam melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa secara optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa bahan ajar digital mikrobiologi berbasis *Contextual Learning with Web Development* (CLWD) yang dirancang untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Pengembangan bahan ajar dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang menunjukkan bahwa sumber belajar yang digunakan dalam perkuliahan mikrobiologi masih bersifat konvensional dan belum secara optimal mendukung pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa. Oleh karena itu, bahan ajar digital dikembangkan sebagai alternatif sumber belajar yang mampu mengintegrasikan materi mikrobiologi dengan aktivitas pembelajaran yang mendorong mahasiswa untuk menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan informasi secara ilmiah.

Bahan ajar digital yang dikembangkan terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu sampul (*cover*), petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran berbasis masalah, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), rangkuman, evaluasi pembelajaran, glosarium, dan daftar pustaka. Karakteristik utama bahan ajar digital berbasis CLWD terletak pada integrasi materi, aktivitas kontekstual, dan pemanfaatan teknologi web dalam satu kesatuan pembelajaran. Permasalahan kontekstual yang disajikan pada setiap topik membantu mahasiswa menginterpretasikan fenomena mikrobiologi yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Aktivitas analisis data pada LKM mendorong mahasiswa melakukan analisis, evaluasi, dan inferensi berdasarkan bukti ilmiah yang tersedia. Kegiatan penyusunan kesimpulan dan refleksi pembelajaran mendukung pengembangan kemampuan eksplanasi serta regulasi diri sebagai bagian dari keterampilan berpikir kritis.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Salah satu komponen yang memperoleh perhatian dalam proses pengembangan adalah desain sampul bahan ajar. Sampul dirancang dengan menampilkan ilustrasi yang merepresentasikan objek kajian mikrobiologi, seperti mikroorganisme dan aktivitas laboratorium, sehingga dapat memberikan gambaran awal mengenai isi bahan ajar. Selain itu, penggunaan kombinasi warna, tata letak, dan tipografi yang proporsional bertujuan untuk meningkatkan daya tarik visual sekaligus memudahkan mahasiswa dalam mengidentifikasi produk yang digunakan. Tampilan visual yang menarik berperan penting dalam membangun motivasi belajar serta memberikan kesan positif terhadap bahan ajar sebelum digunakan dalam proses pembelajaran (Fradisa, 2022).



Gambar 1. Desain Buku Ajar Digital Mikrobiologi

Setelah produk awal selesai dikembangkan, langkah selanjutnya adalah melakukan validasi oleh para ahli untuk mengetahui tingkat kelayakan bahan ajar dan perangkat pembelajaran yang menyertainya. Validasi dilakukan sebagai bagian dari evaluasi formatif Tessmer untuk memastikan bahwa produk yang dikembangkan telah sesuai dengan tujuan pembelajaran, karakteristik mahasiswa, dan prinsip-prinsip pengembangan bahan ajar yang baik. Validasi tidak hanya dilakukan terhadap bahan ajar digital, tetapi juga terhadap perangkat pembelajaran pendukung yang digunakan selama implementasi, yaitu Rencana Pembelajaran Semester (RPS), soal evaluasi, dan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). Hasil validasi secara keseluruhan disajikan pada tabel 1 berikut:

No	Produk yang Divalidasi	Persentase (%)	Kategori
1	Bahan Ajar Digital Mikrobiologi	82,5	Valid
2	Rencana Pembelajaran Semester (RPS)	84,2	Valid
3	Soal Evaluasi	84,9	Valid
4	Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)	79,2	Cukup Valid

Berdasarkan tabel 1 diatas, seluruh produk yang dikembangkan memperoleh kategori valid hingga cukup valid. Soal evaluasi memperoleh nilai validitas tertinggi sebesar 84,9%, diikuti oleh RPS sebesar 84,2%, bahan ajar digital sebesar 82,5%, dan LKM sebesar 79,2%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh perangkat pembelajaran telah

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan dengan revisi terbatas sesuai masukan validator. Selain itu, hasil validasi mengindikasikan adanya keterpaduan antara materi, perangkat pembelajaran, dan instrumen evaluasi yang dirancang untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa dalam pembelajaran mikrobiologi.

Meskipun seluruh perangkat memperoleh kategori layak, bahan ajar digital sebagai produk utama penelitian perlu dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui kualitas masing-masing aspek yang dinilai oleh validator. Oleh karena itu, analisis validitas bahan ajar digital dilakukan berdasarkan empat aspek utama, yaitu kelayakan materi, kebahasaan, tampilan, dan penyajian. Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh tiga orang ahli, bahan ajar digital mikrobiologi memperoleh nilai rata-rata sebesar 82,5% dengan kategori valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar telah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan dalam pembelajaran dengan revisi terbatas sesuai masukan validator. Kesesuaian antara capaian pembelajaran, materi, aktivitas pembelajaran, dan instrumen evaluasi menjadi faktor yang mendukung tingginya penilaian yang diberikan. Integrasi indikator berpikir kritis ke dalam setiap komponen bahan ajar menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan telah dirancang sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan.

Temuan ini sejalan dengan pendapat Plomp dan Nieveen (2013) yang menyatakan bahwa produk pembelajaran yang memperoleh kategori valid menunjukkan kesesuaian antara komponen penyusun dan tujuan pengembangannya. Struktur materi yang sistematis memungkinkan mahasiswa mempelajari konsep mikrobiologi secara bertahap dan terarah. Aktivitas pembelajaran yang disajikan juga memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat secara aktif dalam proses belajar. Analisis lebih lanjut dilakukan terhadap aspek materi, kebahasaan, tampilan, dan penyajian untuk memperoleh gambaran yang lebih rinci mengenai kualitas bahan ajar.

Aspek kelayakan materi memperoleh nilai rata-rata sebesar 81,3% dengan kategori valid. Hasil ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian pembelajaran, indikator hasil belajar, dan karakteristik mata kuliah mikrobiologi. Materi disusun secara sistematis mulai dari konsep dasar hingga aplikasi sehingga memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak. Menurut Kosasih (2021), kesesuaian materi dengan kompetensi yang ditargetkan merupakan salah satu indikator utama dalam menentukan kualitas bahan ajar. Oleh karena itu, nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa substansi materi telah mampu mendukung pencapaian tujuan pembelajaran yang diharapkan.

Selain kesesuaian materi, keberhasilan penyampaian informasi juga dipengaruhi oleh aspek kebahasaan. Hasil validasi menunjukkan bahwa aspek kebahasaan memperoleh nilai rata-rata sebesar 81,9% dengan kategori valid. Nilai tersebut menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan telah komunikatif, mudah dipahami, dan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif mahasiswa. Penggunaan bahasa yang jelas dan sistematis sangat penting karena dapat membantu mahasiswa memahami konsep-konsep mikrobiologi yang kompleks tanpa menimbulkan penafsiran ganda. Temuan ini sejalan dengan pendapat Damayanti dkk. (2023) yang menyatakan bahwa keterbacaan bahan ajar sangat dipengaruhi oleh ketepatan penggunaan bahasa dan penyusunan kalimat.

Kejelasan materi dan bahasa yang digunakan selanjutnya perlu didukung oleh tampilan visual yang menarik. Oleh karena itu, aspek tampilan juga menjadi salah satu komponen yang divalidasi. Hasil penilaian menunjukkan bahwa aspek tampilan memperoleh nilai rata-rata sebesar 81,7% dengan kategori valid. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa desain visual bahan ajar telah mampu mendukung keterbacaan dan meningkatkan daya tarik belajar mahasiswa. Penggunaan ilustrasi, gambar, tabel, serta tata letak yang proporsional membantu mahasiswa memahami materi secara lebih mudah. Hal ini sejalan dengan pendapat Fradisa (2022) yang menyatakan bahwa desain visual yang

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

baik dapat meningkatkan pemrosesan informasi dan mengurangi beban kognitif selama pembelajaran berlangsung.

Aspek penyajian memperoleh nilai rata-rata sebesar 86,9% dengan kategori sangat valid. Nilai tersebut menunjukkan bahwa materi dan aktivitas pembelajaran telah disusun secara runtut, logis, dan mudah diikuti oleh mahasiswa. Urutan kegiatan belajar yang dimulai dari identifikasi masalah, analisis informasi, hingga penyusunan kesimpulan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menerapkan tahapan berpikir ilmiah secara sistematis. Keterpaduan antara materi, aktivitas pembelajaran, dan evaluasi menjadi faktor yang mendukung tingginya penilaian pada aspek penyajian.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa desain pembelajaran yang diterapkan telah selaras dengan tujuan pengembangan kemampuan berpikir kritis. Penyajian materi tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga mengarahkan mahasiswa untuk menganalisis dan mengevaluasi informasi yang diperoleh. Kondisi ini memungkinkan mahasiswa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran dan membangun pemahaman secara lebih mendalam. Temuan tersebut sejalan dengan prinsip pembelajaran berbasis masalah yang menekankan keterlibatan aktif mahasiswa dalam membangun pengetahuan (Isnaini dkk., 2024).

Hasil validasi bahan ajar digital yang menunjukkan kategori valid tersebut selanjutnya didukung oleh hasil validasi perangkat pembelajaran lainnya, yaitu RPS, soal evaluasi, dan LKM. Kesesuaian antara bahan ajar dan perangkat pendukung sangat penting karena seluruh komponen tersebut harus bekerja secara terpadu untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

Validasi RPS menunjukkan nilai rata-rata sebesar 84,2% dengan kategori valid. Hasil ini mengindikasikan bahwa tujuan pembelajaran, aktivitas pembelajaran, dan sistem penilaian telah dirancang secara selaras dengan sintaks pembelajaran yang digunakan. Sementara itu, soal evaluasi memperoleh nilai rata-rata sebesar 84,9% dengan kategori valid yang menunjukkan bahwa instrumen telah mampu mengukur kemampuan berpikir kritis sesuai indikator yang ditetapkan. Adapun LKM memperoleh nilai rata-rata sebesar 79,2% dengan kategori cukup valid. Meskipun masih memerlukan beberapa revisi, LKM telah memenuhi kriteria dasar untuk digunakan dalam pembelajaran dan dapat membantu mahasiswa melakukan kegiatan investigasi serta pemecahan masalah secara mandiri.

Hasil validitas yang diperoleh menunjukkan kesesuaian dengan berbagai penelitian pengembangan bahan ajar digital pada bidang biologi yang menghasilkan produk dengan kategori valid hingga sangat valid setelah melalui penilaian ahli. Kesamaan tersebut mengindikasikan bahwa penerapan prosedur pengembangan yang sistematis berkontribusi terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Keunggulan penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan CLWD yang mengintegrasikan materi mikrobiologi dengan aktivitas pembelajaran yang dirancang untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Karakteristik tersebut memberikan nilai tambah karena bahan ajar tidak hanya berfungsi sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai sarana pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Penerapan fitur dalam CLWD (*Contextual Learning Web Design*) pada buku digital mikrobiologi disusun secara sistematis untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa melalui integrasi aktivitas pembelajaran pada LKM dan soal evaluasi. Setiap fitur dalam CLWD tidak hanya berperan sebagai penyaji materi, tetapi juga sebagai pemicu proses kognitif tingkat tinggi yang mencakup enam indikator berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri. Struktur tersebut menunjukkan bahwa desain pembelajaran diarahkan untuk membangun keterampilan berpikir secara bertahap dan terarah. Integrasi indikator berpikir kritis dalam setiap komponen memperkuat fungsi buku digital sebagai media pembelajaran aktif.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Fitur permasalahan kontekstual dalam CLWD menghadirkan situasi nyata yang dekat dengan kehidupan mahasiswa untuk melatih kemampuan interpretasi dalam memahami informasi penting dari suatu fenomena biologi. Fitur ini mendorong mahasiswa mengaitkan konsep mikrobiologi dengan konteks lingkungan atau kasus yang relevan. Fitur analisis data pada LKM mengarahkan mahasiswa untuk mengolah, membandingkan, dan menghubungkan data hasil pengamatan atau studi kasus. Aktivitas tersebut memperkuat kemampuan analisis dalam mengidentifikasi pola dan hubungan antarvariabel.

Fitur evaluasi informasi dalam materi dan soal evaluasi memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menilai kebenaran, relevansi, dan keakuratan data atau sumber yang digunakan. Proses tersebut mendukung perkembangan indikator evaluasi dalam berpikir kritis. Fitur penyusunan kesimpulan pada LKM dan evaluasi mengarahkan mahasiswa menarik hubungan logis dari hasil analisis yang telah dilakukan. Aktivitas ini mencerminkan kemampuan inferensi dalam membangun kesimpulan berbasis bukti.

Fitur presentasi hasil dalam CLWD memfasilitasi mahasiswa untuk mengomunikasikan hasil pemikiran secara sistematis melalui tulisan maupun forum yang terintegrasi dengan LMS. Aktivitas tersebut melatih kemampuan eksplanasi dalam menjelaskan hasil analisis secara runtut dan ilmiah. Fitur refleksi pembelajaran pada platform web dan kegiatan akhir pembelajaran memberikan ruang bagi mahasiswa untuk meninjau kembali proses belajar yang telah dilakukan. Kegiatan tersebut mendukung indikator regulasi diri dalam mengatur strategi belajar dan meningkatkan pemahaman.

Integrasi keseluruhan fitur CLWD memungkinkan buku diunduh dalam bentuk PDF secara parsial maupun keseluruhan sesuai topik pertemuan. Akses pembelajaran juga dapat dilakukan secara daring melalui web yang mendukung interaksi membaca dan pengerjaan LKM secara langsung. Keterhubungan dengan LMS dan forum kelas *online* memperkuat kolaborasi dan komunikasi akademik antar mahasiswa. Sistem tersebut memberikan fleksibilitas akses sekaligus memperkuat keterlibatan aktif mahasiswa dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis secara menyeluruh.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis validitas, bahan ajar digital mikrobiologi berbasis CLWD yang dikembangkan untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa telah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan dalam pembelajaran. Bahan ajar digital memperoleh nilai validitas sebesar 82,5% yang didukung oleh validitas RPS sebesar 84,2%, instrumen soal evaluasi sebesar 84,9%, dan LKM sebesar 79,2%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aspek materi, kebahasaan, tampilan, penyajian, serta perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah sesuai dengan capaian pembelajaran, karakteristik mahasiswa, dan indikator kemampuan berpikir kritis. Berdasarkan hal tersebut, maka bahan ajar digital mikrobiologi berbasis CLWD valid dan layak digunakan sebagai sumber belajar untuk mendukung pembelajaran mikrobiologi dan berpotensi melatihkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa di perguruan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Ageng Prayitno, T., & Hidayati, N. (2023). Pengaruh Bahan Ajar Mikrobiologi Multimedia Terintegrasi STEM (M-STEM) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Komunikasi Mahasiswa. Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P), 10(1), 79–86. https://doi.org/10.29407/jbp.v10i1.20089

Annida, S. F., Putra, A. P., & Zaini, M. (2022). Pengaruh Penggunaan E-LKPD Berbasis Liveworksheets Terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Konsep Pembelahan Sel. Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains, 13(2), 155–167. https://doi.org/10.20527/quantum.v13i2.12111

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Ayuningtyas, T., Putra, A. P., & Utami, N. H. (2022). Pengaruh Modul Digital Berbasis Culture Literacy Digital Wetland (CLDW) Konsep Jamur Terhadap Keterampilan Generik Sains Siswa. Vidya Karya, 37(1), 9–15. https://doi.org/10.20527/jvk.v37i1.12691

Barudin, T. P. (2020). Ayat Al-Qur'an Tentang Berpikir Kritis. Cempaka Putih.

Br Solin, J. H., Putra, A. P., & Hardiansyah, H. (2022). Pengaruh LKPD Berbasis Culture Literacy Digital Wetland (CLDW) pada Konsep Perubahan Lingkungan Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA. Journal of Banua Science Education, 3(1), 9–15. https://doi.org/10.20527/jbse.v3i1.74

Chaerani, C., Candramila, W., & Yeni, L. F. (2023). Pengembangan E-module "Mengupas Tuntas Peranan Bakteri" sebagai Bahan Ajar Materi Kingdom Monera Kelas X SMA. Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi, 7(1), 144–158. https://doi.org/10.37058/bioed.v7i1.4597

Damayanti, W., Fuadin, A., & Wijaya Abdul Rozak, R. (2023). Analisis dan Redesain Rps Berbasis Riset untuk Meningkatkan Kemampuan 6C Mahasiswa pada Mata Kuliah Bahasa Indonesia. Semantik, 12(2), 251–264. https://doi.org/10.22460/semantik.v12i2.p251-264

Fauzi, B. W. N. (2023). Problem Based Learning Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Prestasi Peserta Didik Di Abad 21. Diva Pustaka.

Fradisa, L. (2022). Penerapan Modul Mikrobiologi Berorientasi Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kompetensi Kognitif Mahasiswa Keperawatan. BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan, 1(2), 8157–8163. https://doi.org/10.22373/biotik.v1i2.218

Geng, S., Law, K. M. Y., & Niu, B. (2019). Investigating Self-Directed Learning and Technology Readiness in Blending Learning Environment. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(17), 1–22. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0147-0

Harun, S. C. (2023). Pengembangan Buku Ajar Mikrobiologi Pangan Berbasis Kasus untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Mahasiswa Prodi Biologi Unimed [Masters Thesis, UNIMED]. https://doi.org/10/13.%252520NIM.%2525208216173002%252520CHAPTER%252520V.pdf

Isnaini, M., Trimulyono, G., & Hikmah, Z. (2024). IMPLEMENTASI MODEL PROBLEM BASED LEARNING (PBL) DALAM MENINGKATKAN KOLABORASI. LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran, 4(3), 501–507. https://doi.org/10.51878/learning.v4i3.3127

Kosasih, E. (2021). Pengembangan Bahan Ajar (KAW). Bumi Aksara. https://books.google.co.id/books?id=UZ9OEAAAQBAJ

Kurniawan, D. T., Abidin, Y., Yuniarti, Y., Sukardi, R. R., & Dewi, D. A. (2023). Pengembangan Media Dan Bahan Ajar Digital Jenjang Sekolah Dasar Untuk Pemerolehan Literasi Dasar Anak Anak Indonesia Non Dokumen Di Malaysia. Jurnal Perseda : Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar, 6(3), 224–230. https://doi.org/10.37150/perseda.v6i3.2243

Labibah, N. (2022). Pengembangan e-module mikrobiologi berbasis guided inquiry tentang pengawetan ikan melalui pengasinan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan proses sains / Novatul Labibah</p> [Masters, Universitas Negeri Malang]. https://repository.um.ac.id/346920/

Lianto, L. (2022). Pengembangan E-Module Mikrobiologi Pangan Berbasis Project-Based Learning (PjBL) Berdasarkan Hasil Penelitian Fermentasi Kombucha untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi, Berpikir Kritis, dan Hasil Belajar

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Mahasiswa [Masters Thesis, Universitas Negeri Malang]. https://repository.um.ac.id/4353/

Maemunawati, S., & Alif, M. (2020). Peran Guru, Orang Tua, Metode dan Media Pembelajaran: Strategi KBM di Masa Pandemi Covid-19. Media Karya.

Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Educational design research. Part A: An introduction. SLO.

Putra, A. P., & Utami, N. H. (2022). Implementasi CLDW Peningkatan Keterampilan Generik Sains Pada Pembelajaran Biologi Di SMA. 7.

Putra, A. P., Utami, N. H., & Kaspul, K. (2023). Effect of CLWD-Flipped Classroom on Student Learning Outcomes: A Quasi-Experimental Study. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9(11), 10426–10432. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.4411

Tessmer, M. (1998). Planning and Conducting Formative Evaluations: Improving the Quality of Education and Training. Psychology Press.

Wijarini, F. (2020). Pengembangan Buku Ajar Mikrobiologi sebagai Sumber Belajar Mata Kuliah Mikrobiologi Umum untuk Mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Borneo Tarakan. Biopedagogia, 2(2), 130–137. https://doi.org/10.35334/biopedagogia.v2i2.1842

Wijarini, F. (2021). Implementasi Buku Ajar Dalam Penelitian Tindakan Kelas: Efektivitas Buku Ajar Mikrobiologi Pada Perkuliahan. Borneo Journal of Biology Education (BJBE), 3(1), 42–47. https://doi.org/10.35334/bjbe.v3i1.1889

Yulinda, R., Sari, M. M., Hayati, F., & Rahman, A. (2022). Validitas dan Praktikalitas Buku Ajar Mikrobiologi Berbasis Proyek Bioentrepreneurship. LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA, 12(2), 162–171. https://doi.org/10.24929/lensa.v12i2.231

Zaini, M. (2018). Penelitian Desain Pendidikan Aplikasi Teori Ke Dalam Praktik. Penebar Media Pustaka.