

## PENGEMBANGAN MEDIA E-BACTOBASE BERBASIS TASC UNTUK MELATIH DIMENSI BERNALAR KRITIS DAN HASIL BELAJAR KOGNITIF PADA MATERI BAKTERI SISWA FASE E

Galuh Maharani Putri<sup>1</sup>, Mimien Henie Irawati Al-Mudhar<sup>1\*</sup>, I Wayan Sumberartha<sup>1</sup>, Deny Setiawan<sup>1</sup>, Mardiana Lelitawati<sup>1</sup>, Sitoresmi Prabaningtyas<sup>1</sup>, Wachidatul Linda Yuhana<sup>2</sup>,  
Novia Dewi Rahmawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia

<sup>2</sup> Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas PGRI Madiun, Madiun, Indonesia

<sup>3</sup> Unit Pendidikan, SMA Nasional Malang, Malang, Indonesia

E-mail: [mimien.henie.fmipa@um.ac.id](mailto:mimien.henie.fmipa@um.ac.id)

### HISTORY OF ARTICLE:

**Received:** 31 Oktober 2025

**Accepted:** 29 Maret 2026

**Published:** 31 Maret 2026

**Keywords:** Critical Reasoning Dimension, Cognitive Learning Outcomes, E-Bactobase, SDGs 3, TASC

**Kata kunci:** Dimensi Bernalar Kritis, E-Bactobase, Hasil Belajar Kognitif, SDGs 3, TASC

**ABSTRACT:** Critical reasoning is an essential 21st-century competence and a core pillar of the *Profil Pelajar Pancasila*. Preliminary analysis at SMA Nasional Malang revealed low levels of students' critical reasoning (59,4%) and cognitive learning outcomes (31,8%). Data indicated 81% of students struggled to understand bacterial concepts perceived as rote memorization, and 63% were unable to analyze related diseases, making bacteria a challenging topic in Phase E. This study aims to develop E-Bactobase, a website-based media integrated with the Thinking Actively in a Social Context (TASC) model, designed to be valid and practical for training critical reasoning and improving cognitive learning outcomes. The media integrates SDGs 3 to equip students with disease prevention knowledge and foster healthy lifestyles. Development followed the Lee & Owens model through analysis, design, and development involving students in classes XIIA and XIIB at SMA Nasional Malang. Data were collected using Likert scale questionnaires and analyzed using percentage conversion based on Aka *et al.* criteria. Results showed validation scores of 100% (subject matter expert), 99% (media expert), and 97.5% (practitioners). The media was declared practical with an average of 93%. As an implication, this research provides a TASC-based independent learning resource feasible for further efficacy testing in enhancing students' critical reasoning and cognitive learning outcomes.

**ABSTRAK:** Dimensi bernalar kritis merupakan kompetensi esensial abad ke-21 dan pilar Profil Pelajar Pancasila. Analisis

pendahuluan di SMA Nasional Malang menunjukkan rendahnya dimensi bernalar kritis siswa (59,4%) dan hasil belajar kognitif (31,8%). Data menunjukkan 81% siswa kesulitan memahami konsep bakteri yang dianggap hafalan, dan 63% belum mampu menganalisis penyakit terkait, sehingga materi bakteri dianggap sebagai yang tersulit di fase E. Penelitian ini bertujuan menghasilkan media E-Bactobase berbasis *Thinking Actively in a Social Context* (TASC) yang valid dan praktis untuk melatih dimensi bernalar kritis serta meningkatkan hasil belajar kognitif pada materi bakteri. Media ini mengintegrasikan SDGs 3 guna membekali siswa pengetahuan pencegahan penyakit oleh bakteri sekaligus menumbuhkan perilaku hidup sehat. Pengembangan media E-Bactobase menggunakan model Lee & Owens melalui tahap analisis, desain, dan pengembangan pada siswa kelas XI A dan XI B SMA Nasional Malang. Data dikumpulkan melalui angket validitas dan kepraktisan berskala Likert. Skor kemudian dikonversi menjadi persentase dan dikategorikan berdasarkan kriteria Aka *et al.* Hasil validasi ahli materi 100%, ahli media 99%, dan praktisi 97,5%. Media dinyatakan praktis dengan rata-rata 93%. Implikasinya, penelitian ini berkontribusi pada penyediaan sumber belajar mandiri berbasis TASC yang layak dan siap diuji efektivitasnya dalam meningkatkan dimensi bernalar kritis dan hasil belajar kognitif siswa pada materi bakteri.

## PENDAHULUAN

Revolusi industri modern, yang terintegrasi dengan teknologi dan informasi, menjadi tantangan bagi masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Untuk mewujudkan masyarakat berbasis pengetahuan, penguasaan keterampilan abad ke-21, terutama literasi teknologi informasi dan komunikasi (*ICT Literacy Skills*), menjadi krusial bagi setiap individu (Greenstein, 2012). Hal ini selaras dengan Profil Pelajar Pancasila yang hadir untuk membekali siswa dengan enam dimensi kompetensi (Irawati *et al.*, 2022). Implementasi profil ini tidak hanya berfokus pada kemampuan kognitif, tetapi juga pada perilaku yang selaras dengan jati diri bangsa Indonesia sebagai bagian dari komunitas global (Rusnaini *et al.*, 2021). Bernalar kritis adalah salah satu dimensi yang ditekankan untuk dikuasai (Kemendikbudristek, 2022).

Seorang yang bernalar kritis akan dapat menentukan sesuatu dengan akurat, begitu juga dengan argumen yang disampaikan juga akan rasional dan logis (Saleh, 2020). Tujuan ideal pendidikan adalah untuk menumbuhkan kemampuan bernalar kritis pada setiap siswa, dalam menghadapi segala tantangan di masa depan (Evans, 2020). Sesuai dengan pernyataan Kurniawaty *et al.* (2022) bahwa kemampuan bernalar kritis sangat dibutuhkan sebagai penyaring informasi di era digital guna menguji kebenaran suatu informasi. Selain meningkatkan performa belajar, bernalar kritis juga memungkinkan siswa memahami materi secara mendalam dan memecahkan masalah dengan lebih bijak (Kusuma & Fauzi, 2025). Namun, hasil analisis pendahuluan yang telah dilakukan di SMA Nasional Malang melalui tes dimensi bernalar kritis materi bakteri di kelas XI A menunjukkan persentase rata-rata yang masih rendah yakni 59,4% dan hasil belajar kognitif sebesar 31,8%. Rendahnya hasil dimensi bernalar kritis dan hasil belajar kognitif siswa di SMA Nasional Malang dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Faktor yang pertama yaitu, berdasarkan hasil studi pendahuluan dan wawancara guru di SMA Nasional Malang, kebutuhan akan sumber belajar mandiri yang bisa dibawa pulang seperti buku paket, LKS dan semacamnya sangat mendesak. Pengembangan website menjadi solusi relevan sebagai penunjang belajar mandiri yang dilengkapi dengan instruksi atau pedoman siswa dalam melaksanakan proses pembelajaran dengan akses yang fleksibel. *Platform Google sites* menawarkan kemudahan pembuatan website gratis, sehingga dapat menjadi salah satu opsi terbaik dalam membuat situs web (Salic-Hairulla *et al.*, 2020). *Website* dengan fitur video, infografis, dan LKPD yang sifatnya kontekstual, ideal untuk meningkatkan hasil belajar. Sayangnya, mayoritas LKPD yang diberikan kepada siswa cenderung bersifat teoritis dan kurang memicu rasa ingin tahu. Siswa tidak akan mencapai hasil belajar yang optimal jika proses pembelajaran tidak melibatkan pencarian informasi dan pengalaman langsung (Alokafani *et al.*, 2022). Oleh karena itu, dalam upaya menciptakan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa, *website* dapat menjadi solusi untuk mempercepat proses penguasaan konsep materi dan meningkatkan kompetensi siswa.

Faktor kedua yang mempengaruhi adalah kurangnya frekuensi melatih kemampuan bernalar kritis atau cenderung menunggu topik yang sesuai. Menurut All Habsy *et al.* (2023), intelegensi esensinya adalah kemampuan memecahkan masalah nyata melalui proses kreatif dan analitis. Keterampilan bernalar dan memecahkan masalah bersifat dinamis dan dapat dikembangkan oleh siapapun tanpa memandang usia. Model pembelajaran TASC (*Thinking Actively in a Social Context*) menawarkan pembelajaran analitis dalam konteks bernalar kritis dan memecahkan masalah. Dalam model pembelajaran ini terkandung empat elemen utama yaitu *thinking, actively, social, dan context*, yang memberi ruang bagi siswa untuk saling berinteraksi bertukar pikiran untuk meningkatkan pemahaman yang mendalam dari suatu topik (Wallace *et al.*, 2012). Menurut Seeley (2011) pada dasarnya model TASC didasari oleh taksonomi Bloom dan meminta siswa bekerja melalui proses yang lengkap menggunakan keterampilan berpikir tingkat rendah sampai tinggi. Penelitian Wardhani (2018) memaparkan keberhasilan model TASC secara umum dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Penelitian lain oleh Mutaqy *et al.* (2019) menunjukkan model TASC yang juga berhasil dalam meningkatkan *problem solving skill* siswa. Menurut Maker & Zimmerman (2008) implementasi model ini akan semakin optimal jika diterapkan pada materi sains yang memiliki kompleksitas tinggi namun berkaitan dengan fenomena nyata

Salah satu topik biologi yang memerlukan pendekatan analitis adalah materi bakteri. Bakteri merupakan organisme yang telah lama ada sepanjang sejarah manusia dan terus berevolusi, bahkan menjadi semakin resisten terhadap antibiotik (Larsson & Flach, 2022). Karakteristik materi bakteri yang dinamis ini seharusnya menjadi ruang bagi siswa untuk berlatih bernalar kritis, namun kenyataannya berbanding terbalik. Rendahnya kemampuan bernalar kritis pada materi bakteri merupakan fenomena yang umum ditemukan seperti pada penelitian Agustina & Trimulyono (2020), Turnip *et al.* (2018), dan Hidayatussaadah *et al.* (2016).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa siswa cenderung terjebak pada metode hafalan dan kesulitan dalam pemahaman konsep. Hal tersebut sejalan dengan temuan pada studi pendahuluan di SMA Nasional yang menunjukkan bahwa siswa kelas XI A 81% kesulitan memahami materi bakteri, 81% menganggapnya hafalan, dan 63% tidak mampu menganalisis penyakit terkait bakteri. Adapun, materi bakteri relevan dengan kehidupan sehari-hari, seperti alasan kenapa mencuci tangan itu penting, yang seharusnya dapat menumbuhkan penalaran kritis sejalan dengan elemen dari model pembelajaran TASC.

Relevansi materi bakteri ini tidak hanya terbatas pada lingkup individu, tetapi juga meluas ke skala global. Munculnya wabah penyakit menular akibat bakteri maupun virus mempertegas fakta bahwa masyarakat dunia hidup dalam ketergantungan kesehatan yang kompleks. Hal ini menjadikan upaya menciptakan kehidupan yang sehat dan sejahtera sebagai fokus utama SDGs poin ke-3 (Mphande, 2020). Dalam penelitian ini, SDGs 3 berperan sebagai konteks utama melalui integrasi target 3.3 mengenai pemberantasan penyakit menular dan target 3.d tentang manajemen risiko kesehatan ke dalam materi bakteri. Melalui integrasi ini, siswa diharapkan mempunyai rasa peduli dan tanggung jawab yang tinggi, yang diwujudkan melalui pengembangan dimensi bernalar kritis. Dengan demikian diharapkan siswa mampu merumuskan argumen, menemukan solusi yang tepat untuk mengatasi masalah dengan memanfaatkan bukti-bukti ilmiah yang diterapkan secara langsung dalam kehidupan sehari-hari (Marini *et al.*, 2021). Urgensi ini diperkuat oleh hasil studi pendahuluan yang menunjukkan bahwa 82% siswa setuju bahwa pembelajaran tentang bakteri sebaiknya menggunakan media berbasis kasus dan menarik.

Mempertimbangkan uraian latar belakang di atas maka penelitian dan pengembangan media E-Bactobase ini menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan media pembelajaran E-Bactobase yang valid dan praktis sebagai alternatif media pembelajaran materi bakteri bagi siswa fase E guna melatih dimensi bernalar kritis dan hasil belajar kognitif. Secara praktis, penelitian ini bermanfaat bagi siswa, pendidik, dan peneliti melalui penyediaan bahan ajar berbasis *website* yang terintegrasi SDGs nomor 3 “*Good Health and Well-being*”. Melalui platform ini, siswa difasilitasi untuk menganalisis kasus riil yang terintegrasi dengan target SDGs 3, mulai dari upaya memerangi penyakit menular, mendukung akses universal terhadap obat-obatan terjangkau, hingga mengkampanyekan ajakan hidup sehat secara kritis. Hal ini bertujuan untuk memfasilitasi pembelajaran yang fleksibel sekaligus meningkatkan kesadaran akan isu kesehatan terkait bakteri.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan mengadaptasi model pengembangan Lee & Owens (2004) yang mencakup lima tahapan yakni, analisis (analisis kebutuhan dan analisis awal akhir), desain, pengembangan, implementasi, serta evaluasi. Hanya saja pada penelitian ini tahap implementasi tidak dilakukan. Subjek penelitian adalah siswa SMA Nasional Malang kelas XII A dan XII B tahun ajaran 2024/2025 sebagai partisipan uji coba produk, sementara objek penelitiannya adalah kelayakan dan kepraktisan media E-Bactobase yang dikembangkan.

Prosedur penelitian diawali dengan tahap analisis untuk mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi pembelajaran yang ada di SMA Nasional Malang dengan kondisi ideal yang seharusnya. Data awal ini diperoleh melalui wawancara guru serta tes kemampuan bernalar kritis dan hasil belajar kognitif siswa kelas XI A yang telah menempuh materi bakteri sebelumnya. Hasil analisis tersebut menjadi landasan untuk tahap desain, berupa perencanaan konsep media secara sistematis yang menghasilkan *Course Design Specification (CDS)*. Dokumen CDS ini berfungsi sebagai cetak biru (*blueprint*) pengembangan yang mencakup penyusunan jadwal, spesifikasi media, hingga perancangan struktur materi. Selanjutnya, tahap ketiga yakni pengembangan dilakukan melalui proses produksi yang meliputi pembuatan *storyboard* (pra-produksi), pengembangan antarmuka (*interface*), penyajian konten (produksi), hingga pengemasan produk (pasca-produksi). Ditahap pascaproduksi ini juga dilakukan uji kelayakan yang didapatkan melalui instrumen

pengumpulan data menggunakan skala *Likert* 1 sampai 5 berupa lembar validasi yang meliputi validasi ahli materi, ahli media dan praktisi pendidikan biologi.

Produk yang telah dinyatakan layak kemudian diuji tingkat kepraktisannya kepada subjek penelitian melalui tiga tingkatan, yakni *one to one trial*, *small trial*, dan *field trial* (Branch, 2009). Data yang diperoleh dari hasil uji validitas dan kepraktisan dianalisis secara kuantitatif dengan menjumlahkan skor kemudian dikonversi menjadi persentase mengacu pada Purwanto (2010) sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\% \dots (1)$$

Keterangan:

- P = Presentase nilai yang dicari
- $\sum x$  = total skor yang diperoleh
- $\sum xi$  = jumlah skor maksimal

Data kemudian dikategorikan berdasarkan kriteria validitas dan kepraktisan mengacu pada Aka *et al.* (2018), masing-masing secara deskriptif seperti yang tertera dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria Validitas dan Kepraktisan Produk secara Deskriptif

Kriteria Validitas/ Kepraktisan	Tingkat Validitas/Kepraktisan
X=100	Sangat valid atau praktis, dapat digunakan tanpa revisi
80 ≤ X < 100	Valid atau praktis, dapat digunakan dengan revisi
60 ≤ X < 80	Kurang valid atau praktis, tidak disarankan untuk digunakan
40 ≤ X < 60	Tidak valid atau praktis, revisi besar, tidak disarankan untuk digunakan
20 ≤ X < 40	Sangat tidak valid atau praktis, tidak boleh digunakan

Sumber: Diadaptasi dari Aka *et al.* (2018)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap Analisis / Asesmen

Analisis kebutuhan dilakukan pada bulan Agustus 2024 di SMA Nasional Malang, berupa angket analisis kebutuhan siswa dan wawancara dengan guru biologi. Hasil angket analisis kebutuhan yang dilakukan, menunjukkan siswa merasa kurang dalam hal bernalar kritis dan kesulitan dalam mempelajari materi biologi terutama materi bakteri yang dianggap materi yang kompleks dan penuh hafalan. Bahkan siswa belum mampu menyadari bahwa beberapa penyakit yang ditemukan disekitarnya disebabkan oleh bakteri. Hal ini didukung dengan hasil wawancara dengan guru biologi bahwa dimensi bernalar kritis ini merupakan dimensi yang cukup sulit untuk dilatihkan pada siswa. Ditambah lagi fakta di lapangan bahwa sekolah masih kekurangan sumber belajar mandiri bagi siswa. Penggunaan media lain kecuali buku dan *powerpoint*, juga belum pernah diterapkan dalam pembelajaran biologi di SMA Nasional Malang. Guru juga belum pernah mengintegrasikan SDGs kedalam pembelajaran yang dilakukan. Disisi lain model pembelajaran TASC (*Thinking Actively In a Social Context*) belum pernah diimplementasikan dalam pembelajaran.

Model TASC menekankan pada keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) secara eksplisit melalui tahapan-tahapan yang terstruktur. Model ini menawarkan pengajaran analitis dalam kontekstual bernalar kritis dan pemecahan masalah (Wallace *et al.*, 2012). Model TASC memang kurang dikenal dikalangan guru di Indonesia karena masih tergolong baru diciptakan, namun sebenarnya menarik untuk diimplementasikan (Haryandi, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-Bactobase, sebuah media pembelajaran berupa *website* berbasis TASC yang terintegrasi SDGs nomor 3 kehidupan sehat dan sejahtera. Media ini akan difokuskan pada materi bakteri yang dianggap sulit oleh sebagian besar siswa. *Website* menawarkan manfaat praktis antara lain kemudahan akses secara digital diperangkat apapun, pembelajaran yang lebih aktif dan menyenangkan karena bisa disisipi berbagai fitur serta kemudahan dalam menyempurnakan dan menyimpan bahan pembelajaran apabila sewaktu-waktu harus diperbaiki (Prasetowo, 2015; Rusman, 2012).

Tahapan kedua yakni analisis awal-akhir yang bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan bernalar kritis dan hasil belajar kognitif siswa kelas XI melalui tes. Tes bernalar kritis memuat tiga indikator dimensi bernalar kritis Profil Pelajar Pancasila antara lain, memperoleh dan memproses informasi dan gagasan, menganalisis dan mengevaluasi penalaran, serta merefleksi dan mengevaluasi (Kemendikbudristek, 2022). Tes tersebut juga memuat tiga indikator hasil belajar kognitif C4-C5. Hasil analisis pendahuluan yang masih dilaksanakan di bulan yang sama yakni Agustus, menunjukkan bahwa rata-rata semua indikator kemampuan bernalar kritis sebesar 59,4 tergolong kurang atau rendah, seperti yang tertera dalam Tabel 2. Siswa mendapatkan hasil tes bernalar kritis yang tergolong rendah karena kurangnya latihan bernalar kritis, apalagi soal yang disajikan dalam tes ini semuanya berlabel HOTS C4-C5. Hal ini sejalan dengan rata-rata hasil belajar kognitif yang hanya mendapatkan skor rata-rata 31,8.

**Tabel 2.** Hasil analisis dimensi bernalar kritis dan hasil belajar kognitif siswa kelas XI A

Variabel	Indikator	Nilai	Kategori
Dimensi Bernalar Kritis	Indikator 1 (memperoleh dan memproses informasi gagasan)	56,5	Kurang
	Indikator 2 (menganalisis dan mengevaluasi penalaran)	67,6	Kurang
	Indikator 3 (merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri)	53,3	Kurang
Rata-rata		59,4	Kurang
Hasil Belajar Kognitif	Menganalisis	28,0	Kurang
	Mengevaluasi	34,5	Kurang
Rata-rata		31,8	Kurang

Pertanyaan yang disajikan di tes bernalar kritis dan hasil belajar kognitif perlu keterampilan memilah informasi yang penting dan relevan untuk dapat dijawab dengan benar. Berdasarkan pemilihan jawaban yang salah oleh mayoritas siswa, dapat diketahui bahwa secara umum siswa kurang terlatih dalam menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang ada dan kesulitan menilai (analisis) kekuatan dan kelemahan dari suatu argumen. Menurut Almulla (2023) kemampuan bernalar kritis sangat berguna dalam meningkatkan performa akedemis (hasil belajar kognitif) berpikir kreatif. Alasan lain yakni walaupun siswa kelas XI A sudah pernah diajarkan mengenai bakteri, tetapi hanya terbatas nama bakteri dan penyakit yang ditimbulkan. Jadi belum dikaitkan dengan kejadian sehari-hari dan analisis mengapa suatu penyakit tersebut bisa timbul. Menurut (Firmanshah *et al.*, 2020) konsep bakteri memang dianggap sulit karena semua kompetensi yang harus dikuasai seperti

karakteristik bakteri, klasifikasi eubacteria berdasarkan dinding sel, perbedaan peran archaeobacteria dan eubacteria, serta bagaimana bakteri bereproduksi dianggap siswa terlalu abstrak dan kompleks, apalagi harus dikaitkan dengan timbulnya suatu penyakit.

### Tahap Desain

Desain merupakan tahap perencanaan awal untuk mengembangkan media pembelajaran. Output atau hasil dari tahap desain ini adalah *course design specification* (CDS) yang memuat bagian-bagian seperti penyusunan jadwal pengembangan media, pembentukan tim proyek, perancangan spesifikasi media dan struktur materi, kontrol konfigurasi, dan siklus *review* untuk mengatasi berbagai masalah yang telah diperkirakan maupun yang tidak terduga. Penelitian dan pengembangan media E-Bactobase dilaksanakan sejak bulan Agustus hingga Desember 2024, dengan melibatkan dosen pembimbing dan mahasiswa pelaksana. Tahapan selanjutnya yakni merancang spesifikasi media yang meliputi gaya presentasi informasi, teks, grafik, gambar, tema dan lain-lain, demi menghadirkan tampilan *website* yang interaktif dan mudah untuk dipelajari.

Struktur materi menjelaskan bagaimana materi diorganisasikan dan dihubungkan dilampirkan secara detail pada modul ajar yang dapat diakses melalui link berikut: <https://url-shortener.me/ISS2>. *Website* E-BACTOBASE membahas mengenai materi bakteri yang terintegrasi dengan SDGs poin 3 kehidupan sehat dan sejahtera yang akan dikemas secara kontekstual, menarik, ringkas dan jelas. Sejalan dengan hal tersebut integrasi SDGs poin 3, bertujuan untuk menumbuhkan pemahaman yang baik tentang bakteri, sehingga meningkatkan kesadaran siswa tentang pentingnya perilaku hidup bersih dan sehat, serta membekali mereka dengan pengetahuan untuk mencegah dan mengatasi penyakit yang disebabkan oleh bakteri. Integrasi ini akan dimunculkan dalam bentuk masalah yang diangkat dalam LKPD dan harus diselesaikan siswa di tiap pertemuan. Secara ringkas materi bakteri dikelompokkan menjadi empat tujuan pembelajaran yang akan diajarkan selama empat pertemuan seperti pada modul ajar. Kontrol konfigurasi dan siklus *review* atau peninjauan, menjelaskan proses *quality control* pada media yang dikembangkan agar tetap sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Pengembangan media E-BACTOBASE akan mengacu pada Kemendikbud (2017).

Jenis format yang digunakan dalam penelitian ini yakni berupa *web based multimedia* yang disebarkan kepada siswa melalui link HTML yang mudah diakses melalui browser apapun. Sedangkan aplikasi yang akan digunakan untuk menyusun E-Bactobase adalah *Canva* dan *Google Sites*. Platform *Canva* digunakan untuk membuat desain dan tampilan isi dari *website* E-Bactobase beserta LKPD. *Canva* memiliki banyak desain template dengan berbagai fitur menarik yang dapat membantu user menyampaikan informasi maupun materi secara kreatif dan inovatif dalam *e-book*, poster maupun video (Purba & Harahap, 2022). *Canva* memang sedang marak digunakan di dunia pendidikan sebagai media menyampaikan materi atau tugas siswa serta menghemat waktu guru dalam menyampaikan pembelajarannya di dalam kelas (Tanjung & Faiza, 2019).

Berbagai penelitian terkait penggunaan web untuk membantu proses pembelajaran telah dilakukan dalam beberapa tahun terakhir, misalnya web dapat dikembangkan untuk menyediakan konten pembelajaran yang menarik, sehingga meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan. Sebagai contoh aplikasi *MoLearn* berbasis web yang secara efektif meningkatkan hasil belajar berbasis higher order thinking (HOT) (Wasir *et al.*, 2023). Penelitian lain menyatakan bahwa presentasi adaptif berbasis web juga berdampak positif dan membantu meningkatkan prestasi dan kinerja siswa (Kulakaç & Çilingir, 2023). *Google Sites*

merupakan *platform* yang efektif bagi guru untuk menyampaikan materi pelajaran yang bersifat abstrak dengan lebih mudah (Salic-Hairulla *et al.*, 2020). Gambar, video atau animasi yang diunggah di *Google sites* dapat membantu siswa memvisualisasikan konsep dengan lebih akurat, sehingga menghindarkan siswa dari miskonsepsi. *Platform* ini memungkinkan pengguna untuk membuat halaman web terpadu yang menyajikan beragam informasi, seperti video, presentasi, lampiran, gambar, dan lainnya, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Salah satu keuntungan menggunakan *Google sites* adalah mudah dipahami saat digunakan, tidak seperti situs lain yang membutuhkan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang rumit, sehingga diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar dan berdampak pada hasil belajar siswa (Marini *et al.*, 2023).

### Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan produk bertujuan mengubah spesifikasi produk ke dalam wujud fisik, yaitu perangkat multimedia interaktif. Proses ini melibatkan pembuatan *storyboard* (pra-produksi), pengembangan desain antarmuka, penyajian konten (produksi), peninjauan dan perbaikan serta pengemasan produk (pascaproduksi).

*Praproduksi*; Tahapan praproduksi pada dasarnya yaitu melakukan penyusunan kerangka atau *storyboard* yang dapat diakses melalui link berikut <https://url-shortener.me/ISSG>. Tujuannya, agar media yang dikembangkan memiliki alur yang terstruktur sehingga pesan dan materi dari media dapat tersampaikan dengan baik.

*Produksi*; Tahapan produksi dilakukan berdasarkan *storyboard* yang telah dibuat. Selain itu dilakukan juga pengembangan desain *interface* dari website maupun LKPD. Penyajian konten berupa pendekatan media visual seperti penyisipan teks, gambar, link, barcode, maupun video. Penyusunan konten baik di dalam website maupun LKPD juga disesuaikan dengan kaidah EYD yang benar. *Prototype* dapat dilihat pada link berikut:

<https://sites.google.com/view/bactobase/beranda>.

*Pasca-Produksi*; Website E- Bactobase yang sudah selesai dibuat harus melalui uji kelayakan dan kepraktisan pada tahap pascaproduksi. Data uji kelayakan didapatkan melalui instrumen pengumpulan data menggunakan skala *Likert* 1 sampai 5 berupa lembar validasi yang meliputi validasi ahli materi, media dan praktisi biologi (Branch, 2009). Sedangkan uji kepraktisan dilakukan kepada siswa SMA Nasional Malang kelas XII melalui *one to one trial*, *small trial* dan *field trial*.

### Uji Validitas

Validasi ahli materi dilakukan untuk memastikan kualitas dan kredibilitas materi yang terkandung dalam produk yang dijabarkan menjadi sembilan aspek diantaranya aspek relevansi, keakuratan, kelengkapan dan sistematika sajian, kesesuaian sajian dengan tuntutan pembelajaran yang terpusat pada siswa, kesesuaian bahasa dengan KBBI, keterbacaan dan kekomunikatifan. Perbandingan hasil validasi antara tahap 1 dan tahap 2 disajikan secara ringkas dalam Tabel 3. Pada tahap 1, diperoleh persentase 98% (valid). Berdasarkan saran perbaikan dari validator, dilakukan revisi pada aspek keakuratan, kelengkapan materi dan integrasi SDGs di media, sehingga didapatkan persentase akhir 100% (sangat valid). Dengan perolehan tersebut, materi dalam media E-Bactobase dinyatakan sangat layak dan dapat dilanjutkan ke tahap uji coba tanpa revisi Kembali.



**Tabel 3.** Hasil validasi ahli materi tahap 1 dan 2

No	Aspek yang Dinilai	Tahap 1 (%)	Keterangan	Tahap 2 (%)	Keterangan
1.	Relevansi	100	Sangat Valid	100	Sangat Valid
2.	Keakuratan	93	Valid	100	Sangat Valid
3.	Kelengkapan Sajian	90	Valid	100	Sangat Valid
4.	Sistematika Sajian	100	Sangat Valid	100	Sangat Valid
5.	Kesesuaian Sajian dengan Tuntutan Pembelajaran yang Terpusat pada Siswa	100	Sangat Valid	100	Sangat Valid
6.	Kesesuaian Bahasa dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar	100	Sangat Valid	100	Sangat Valid
7.	Keterbacaan dan Kekomunikatifan	100	Sangat Valid	100	Sangat Valid
8.	Integrasi Dimensi Bernalar Kritis	96	Valid	100	Sangat Valid
9.	Integrasi SDGs <i>Good Health and Well being</i>	100	Sangat Valid	100	Sangat Valid
	Rata-rata	98	Valid	100	Sangat Valid

Validator memberikan beberapa saran tertulis sebagai penjabaran perolehan persentase validasi materi tahap 1 yang tertera dalam Tabel 4. Pada aspek kelengkapan sajian hanya memperoleh skor rata-rata 90 dari 100, disarankan untuk menambahkan rujukan pokok yang lebih banyak terkait materi bakteri. Sedangkan pada aspek keakuratan diperoleh skor rata-rata 93 dari 100 karena masih terdapat gambar yang salah. Pengembangan media pembelajaran yang merujuk pada sumber yang akurat sangat penting, karena dapat membantu memvalidasi informasi dengan membandingkan berbagai sumber yang sesuai dengan keterbaruan ilmu pengetahuan. Selain itu sumber yang kaya memungkinkan penyajian informasi yang lebih lengkap dan mendalam dari berbagai sudut pandang yang berbeda (Tuzahra, 2021).

**Tabel 4.** Saran dan perbaikan ahli materi

No	Saran Tertulis	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
1.	Mencari rujukan yang lebih terpercaya dan ditambahkan lagi	<p>Rujukan materi masih terbatas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., &amp; Jackson, R. B. 2012. <i>Biologi Jilid 2</i>. Terjemahan Damarling Tyas Wulandhari. Jakarta: Erlangga.</li> <li>• Hoefnagel, M. 2015. <i>Biology: Concepts and Investigation. Third Edition</i>. New York: Mc Graw Hill.</li> <li>• Irnaningtyas. 2016. <i>Biologi untuk SMA/MA Kelas X</i>. Jakarta: Erlangga.</li> </ul>	<p>Menambahkan rujukan buku lain diantaranya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cappuccino, J. G., &amp; Sherman, N. 2014. <i>Microbiology a Laboratory Manual 10th Ed</i>. San Fransisco : Pearson Education, Inc. Publishing as Benjamin Cummings.</li> </ul> <p>Materi: eksperimen Griffith</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klug, W.S., Cummings, M.R., Spencer, C. A., &amp; Palladino, M.A. 2012. <i>Concepts of Genetics Ed 10</i>. California: Pearson</li> </ul> <p>Materi: reproduksi aseksual bakteri</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Madigan, M.T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., &amp; Clark, D. P. 2012. <i>Brock Biology of Microorganisms, 13th edition</i>. San Fransisco: Benjamin Cummings.</li> </ul> <p>Materi: reproduksi seksual bakteri</p>

No	Saran Tertulis	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
2.	Mengganti gambar virus yang ada dengan gambar bakteri (terutama yang berbentuk kokus)		
3.	Penulisan beberapa spesies belum sesuai kaidah ilmiah (belum tercetak miring)	<i>E. coli</i> <i>Pyrococcus furiosus</i>	<i>E.coli</i> <i>Pyrococcus furiosus</i>

Jenis validasi kedua adalah validasi ahli media yang dilakukan untuk memastikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memiliki kualitas yang baik dari segi visual, audio dan interaktif sesuai dengan karakteristik pengguna. Validasi ini terdiri dari lima aspek diantaranya yakni aspek pembelajaran, integrasi dimensi bernalar kritis, komunikasi visual, kemudahan teknis dan keseluruhan. Pada tahap validasi media pertama didapatkan skor rata-rata 80 dari 100 seperti dalam Tabel 5.

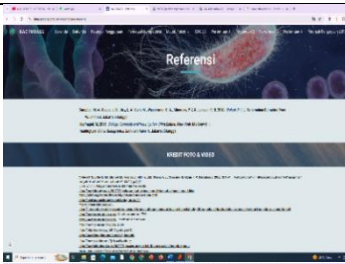




**Tabel 5.** Hasil Validasi Ahli Media Tahap 1 dan 2

No	Aspek yang Dinilai	Tahap 1 (%)	Keterangan	Tahap 2 (%)	Keterangan
1.	Pembelajaran	85	Valid	100	Sangat Valid
2.	Integrasi Dimensi Bernalar Kritis	84	Valid	100	Sangat Valid
3.	Komunikasi Visual	71	Valid	94	Valid
4.	Kemudahan Teknis	80	Valid	100	Sangat Valid
5.	Keseluruhan	80	Valid	100	Sangat Valid
	Rata-rata	80	Valid	99	Valid

Kelima aspek pada validasi media masih tergolong valid dan perlu direvisi kembali, mengacu pada saran perbaikan yang direkomendasikan oleh ahli media dalam Tabel 6. Secara umum perbaikan yang harus dilakukan adalah terkait *layout* dan tampilan *dashboard* yang perlu dipetakan kembali agar lebih sistematis. Kemudian disarankan untuk lebih memperinci petunjuk penggunaan *website* menjadi petunjuk penggunaan untuk siswa, petunjuk pengerjaan LKPD dan petunjuk penggunaan untuk guru. Selain itu disarankan untuk memperbanyak rujukan seperti saran ahli materi serta menambahkan latihan soal HOTS per TP, sehingga diperoleh hasil perbaikan yang memenuhi syarat untuk kelayakan media pembelajaran.

Tabel 6. Saran dan perbaikan ahli media

No	Saran Tertulis	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
1.	Tampilan dashboard sebaiknya dibuat lebih sistematis		
2.	Kata pengantar dipisah, dibuatkan sub dashboard sendiri.		
3.	Tambahkan petunjuk untuk guru <ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan tahapan dari model TASC</li> <li>Guru membimbing siswa memahami materi dan mengerjakan LKPD</li> </ul> <p>Guru menilai dimensi bernalar kritis dan hasil belajar kognitif melalui observasi, dan tes hasil belajar.</p>		
4.	Pengunggahan video sebaiknya di bagian bawah, setelah LKPD.		

No	Saran Tertulis	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
5.	Referensi sebaiknya ditambahkan 5-10 referensi yang relevan.		
6.	Background dan tulisan kurang kontras, sehingga tulisan kurang terbaca. sebaiknya disusun kembali penempatan gambar dan tulisan.		
7.	Sebaiknya ada soal evaluasi (pos tes atau asesmen lainnya, kategori HOTS)	Belum ada latihan soal	

Terdapat latihan soal untuk setiap sub-bab materi

Desain yang menarik secara visual dapat mendorong minat siswa untuk berinteraksi lama dan menjelajahi lebih lanjut *website* yang dikembangkan (Reyna, 2016) . Desain yang menarik harus selaras dengan fungsionalitas *website*. Navigasi yang mudah, tata letak yang intuitif, dan aksesibilitas yang baik akan meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan. Tampilan yang sistematis memudahkan pengguna untuk menavigasi *website* dan mencari informasi yang dicari dengan cepat (Jongmans *et al.*, 2022). Apalagi didukung dengan tata letak elemen *website* yang rapi dan teratur membuat informasi mudah dipahami. Oleh karena itu dilakukan revisi sesuai dengan saran ahli media dan didapatkan rata-rata persentase kelima aspek validasi media 99 dari 100 dengan kategori valid seperti pada Tabel 5. Aspek komunikasi visual adalah satu-satunya aspek yang berkategori valid, karena aspek ini bergantung pada preferensi setiap orang yang berbeda terkait pemilihan warna dan sebagainya.

Validasi ketiga yakni validasi praktisi pendidikan biologi dengan tujuan mendapatkan penilaian bahwa media yang dikembangkan memenuhi standar kualitas yang baik dan sesuai dengan kebutuhan siswa dalam pembelajaran biologi. Aspek yang dinilai adalah gabungan dari aspek materi dan media, namun hanya diambil beberapa pertanyaan yang mewakili setiap aspek dari validasi ahli materi maupun media. Pada tahap pertama validasi praktisi pendidikan biologi didapatkan skor rata-rata 89 dari 100, sehingga dikategorikan valid dan perlu dilakukan perbaikan seperti yang tertera dalam Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil validasi praktisi pendidikan biologi tahap 1 dan 2

No	Aspek yang Dinilai	Tahap 1 (%)	Keterangan	Tahap 2 (%)	Keterangan
1.	Materi	88	Valid	98	Valid
2.	Media	90	Valid	97	Valid
	Rata-rata	89	Valid	97,5	Valid

Mengacu dalam Tabel 7 secara umum tidak terdapat kesalahan yang yang berarti, namun terdapat beberapa hal yang masih bisa dimaksimalkan seperti pemilihan *background* tulisan dan sistematika *website* seperti saran ahli media. Sedangkan dari segi materi sebaiknya terdapat *post-test* disetiap akhir pembelajaran dan diberikan disetiap siklus (sub materi) selesai dengan harapan siswa selalu memperhatikan dan berusaha memahami materi pada pertemuan saat itu seperti yang tertera dalam Tabel 8.

**Tabel 8.** Saran dan perbaikan praktisi pendidikan biologi

No	Saran Tertulis	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
1.	Menambahkan latihan soal atau evaluasi untuk setiap sub topik	Tidak ada latihan soal/ evaluasi pada media E-Bactobase	Terdapat latihan soal untuk setiap sub-bab materi



Penambahan *post-test* atau latihan soal setiap akhir siklus memungkinkan pemantauan kemajuan belajar siswa secara berkala, memungkinkan umpan balik yang cepat bagi guru untuk memperbaiki kualitas pembelajaran dan mengembangkan kemampuan evaluasi diri siswa (Marithasari *et al.*, 2023). Menurut Shemberger (2019) menerapkan *post-test* disetiap akhir pembelajaran membuat siswa terbiasa untuk dapat membedah dimana kesalahan mereka, sekaligus mendapatkan wawasan untuk menentukan strategi apa yang dapat membantu dan bagaimana merencanakan tes berikutnya. Siswa akan dapat merefleksikan pengalaman tes yang pernah dilewati untuk membuat perubahan spesifik pada tes selanjutnya. Setelah dilakukan perbaikan berdasarkan saran yang diterima, kemudian divalidasi kembali kepada praktisi pendidikan biologi dan didapatkan hasil yang tertera dalam Tabel 7, dimana diperoleh skor rata-rata 97,5 dari 100.

### Uji Kepraktisan

Uji kepraktisan dalam pengembangan produk pembelajaran yang dijelaskan dalam (Branch, 2009) merupakan serangkaian tahapan evaluasi yang bertujuan untuk memastikan produk yang dikembangkan mudah untuk digunakan, efisien dan efektif dalam konteks pembelajaran yang sebenarnya. Terdapat tiga tahap uji kepraktisan yakni uji perseorangan (*one to one trial*), uji coba kelompok kecil (*small trial*) dan uji coba kelompok besar (*field trial*). Ketiga uji coba terhadap media E-Bactobase telah dilaksanakan di SMA Nasional Malang pada siswa dengan kemampuan akademis berbeda yang tersebar di dua kelas yakni XII A dan XII B. Dapat diketahui bahwa di tiga tahap uji kepraktisan, yakni uji coba perseorangan, kelompok kecil dan kelompok besar diperoleh rata-rata persentase 93, sehingga ketiganya dikategorikan praktis.

Tahapan pertama adalah uji coba perseorangan, produk diujicobakan secara individual dengan tiga siswa representatif kemampuan akademis yang berbeda di kelas XII A. Tujuannya yakni untuk mengidentifikasi masalah-masalah kecil terkait desain, navigasi, kesesuaian dengan karakteristik siswa atau kejelasan penyampaian materi maupun instruksi

di dalam media E-Bactobase. Hasil uji coba perorangan dalam Tabel 9 menunjukkan rata-rata respon siswa mencapai 93% yang dapat diartikan bahwa media E-Bactobase tergolong praktis untuk digunakan. Keunggulan media pada tahap ini terletak pada aspek keterbacaan (*readability*) dan kenyamanan antarmuka. Siswa secara mandiri dapat mengenali fungsi tiap tombol navigasi dengan cepat, yang membuktikan bahwa desain visual dan tata letak E-Bactobase telah ramah pengguna bagi individu dengan berbagai kemampuan akademis yang berbeda.

**Tabel 9.** Hasil uji coba perseorangan (n=3) XII A

No	Aspek yang Dinilai	Total Perolehan Skor	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1.	Materi	126	135	93	Praktis
2.	Media	56	60	93	Praktis
	Jumlah	182	195	93	Praktis

Uji coba tahap kedua yakni uji coba kelompok kecil dengan melibatkan representasi siswa XII A yang berjumlah 10 orang. Dalam *setting* kelompok kecil siswa mengoperasikan E-Bactobase. Hal ini akan memudahkan pengamatan terhadap bagaimana produk berfungsi dalam interaksi antar siswa. Umpan balik dari kelompok kecil akan memberikan informasi lebih lanjut mengenai keefektifan produk dalam konteks kelompok. Berdasarkan Tabel 10 diperoleh persentase uji coba kelompok kecil sebesar 93, sehingga E-Bactobase dapat dikategorikan praktis. Berbeda dengan tahap perseorangan, keunggulan media pada tahap ini menonjol pada kelancaran alur materi (*learning flow*) yang disajikan oleh *platform*. Struktur navigasi antarmuka media terbilang komunikatif, sehingga siswa mampu mengeksplorasi konten E-Bactobase tanpa memerlukan bimbingan instruksional yang sering dari peneliti. Hal ini menunjukkan bahwa desain E-Bactobase memudahkan transisi konsep antar sub-bab yang berdampak pada efisiensi waktu dan kemandirian belajar dalam lingkup kelompok.

**Tabel 10.** Hasil Uji Coba Kelompok Kecil (n=10) XII A

No	Aspek yang Dinilai	Total Perolehan Skor	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1.	Materi	413	450	92	Praktis
2.	Media	193	200	97	Praktis
	Jumlah	606	650	93	Praktis

Uji coba tahap ketiga yakni uji coba kelompok besar dengan melibatkan seluruh siswa XII B dengan metode yang sama seperti sebelumnya. Tujuannya untuk melihat produk E-Bactobase berfungsi dalam skala besar dan dalam kondisi yang lebih alami. Berdasarkan Tabel 11 didapatkan hasil uji coba kelompok besar dengan persentase sebesar 93, sehingga dikategorikan praktis. Keunggulan pada tahap operasional skala besar ini terletak pada stabilitas sistem media. E-Bactobase terbukti tetap responsif dan konsisten meskipun diakses secara serentak oleh seluruh siswa, namun mampu menciptakan suasana kelas yang interaktif tanpa kendala teknis yang membuang durasi jam pelajaran.

**Tabel 11.** Hasil uji coba kelompok besar (n=24) XII B

No	Aspek yang Dinilai	Total Perolehan Skor	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1.	Materi	882	945	93	Praktis
2.	Media	393	420	94	Praktis
	Jumlah	1275	1365	93	Praktis

Media yang praktis memberikan banyak kelebihan yang berpengaruh terhadap efektivitas proses pembelajaran. Salah satunya yaitu kemudahan akses dan penggunaannya, yang memungkinkan pengajaran dilakukan dengan lebih efisien tanpa membutuhkan bahan atau peralatan tambahan yang membuat rumit (Wulandari *et al.*, 2023). Sejalan dengan hal tersebut media yang praktis juga dapat menghemat waktu, karena materi pembelajaran dapat disampaikan secara langsung dan interaktif (Haniko *et al.*, 2023). Kepraktisan juga mendukung penggunaan media secara luas, mengingat tidak semua siswa atau guru memiliki keterampilan teknis yang tinggi, sehingga media yang mudah diakses dan digunakan dapat menjangkau lebih banyak orang. Penggunaan media yang praktis juga dapat meningkatkan daya tarik materi pembelajaran seperti penggunaan gambar, video, tata letak dan lain-lain (Titin *et al.*, 2023). Hal ini akan memperdalam pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan. Oleh karena itu, media yang praktis berperan dalam menciptakan suasana belajar yang lebih efektif dan dapat diakses oleh semua pihak yang terlibat dalam proses pembelajaran.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, media E-Bactobase menunjukkan hasil serta dikategorikan sebagai berikut, validasi materi 100% sangat valid, media 99% valid, dan praktisi biologi 97,5% valid serta dikategorikan praktis 93% kemudahan penggunaan. Dengan demikian media E-Bactobase memenuhi kriteria dan layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran materi bakteri. Secara implisit, penelitian ini memberikan kontribusi nyata pada literatur pengembangan media pembelajaran berbasis TASC yang terintegrasi SDGs 3, sekaligus menyediakan inovasi produk yang siap diuji efektivitasnya dalam upaya meningkatkan dimensi bernalar kritis dan hasil belajar kognitif siswa fase E.

## **DAFTAR RUJUKAN**

- Agustina, F. D., & Trimulyono, G. (2020). Validitas LKPD Berbasis Literasi Sains untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Bakteri Kelas X SMA. *BioEdu*, 9(3), 466–475.
- Aka, K. A., Akbar, S., & Sahertian, J. (2018). Development of Validation Instrument for Interactive Multimedia Learning Implementation Plan. *Proceedings of the 1st International Conference on Early Childhood and Primary Education (ECPE 2018)*, 244, 118–123.
- All Habsy, B., Islamiyah, F. N., Hutauruk, C. A. B., & Sholihah, M. (2023). Konsep Intelegensi serta Perannya dalam Belajar dan Pembelajaran. *Tsaqofah: Jurnal Penelitian Guru Indonesia*, 4(2), 642–657.
- Almulla, M. A. (2023). Constructivism learning theory : A paradigm for students ' critical thinking , creativity , and problem solving to affect academic performance in higher education. *Cogent Education*, 10(1).
- Alokafani, Y., Muhsam, J., & Arifin. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Experiential Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas V SD Muhammadiyah 1 Kota Kupang. *Jurnal Pendidikan Dasar Flobamorata*, 3(2), 308–313.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.

- Evans, C. (2020). *Measuring Students Success Skills: A review of the Literature on Critical Thinking*. Dover, NH: National Center for the Improvement of Educational Assessment.
- Firmanshah, M. I., Jamaluddin, J., & Hadiprayitno, G. (2020). Learning difficulties in comprehending virus and bacteria material for senior high schools. *JPBI ( Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia )*, 6(1), 165–172.
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills*. California: A SAGE Company.
- Haniko, P., Mayliza, R., Lubis, S., Sappaile, B. I., Hanim, S. A., & Farlina, B. F. (2023). Pemanfaatan Media Pembelajaran Online untuk Memudahkan Guru dalam Penyampaian. *Community Development Journal*, 4(2), 2862–2868.
- Haryandi, S. (2015). Pengembangan Model Pembelajaran TASC untuk Meningkatkan Kemampuan Mencipta Peserta Didik dalam Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*, 6, 166–173.
- Hidayatussaadah, R., Hidayati, S., & Umniyatie, S. (2016). Identifikasi Kesulitan Belajar Siswa pada Materi Archaeobacteria dan Eubacteria di SMA Negeri 1 Muntilan. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(7), 58–69.
- Irawati, D., Iqbal, A. M., Hasanah, A., & Arifin, B. S. (2022). Profil Pelajar Pancasila sebagai Upaya Mewujudkan Karakter Bangsa. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 1224–1238.
- Jongmans, E., Jeannot, F., & Damperat, M. (2022). Impact of website visual design on user experience and website evaluation : the sequential mediating roles of usability and pleasure. *Journal of Marketing Management*, 38(17–18), 2078–2113.
- Kemendikbud. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan E-Modul Tahun 2017*. Jakarta: Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Kemendikbudristek. (2022). *Dimensi, Elemen dan Sub-elemen Profil Pelajar Pancasila pada Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Pusat Penguatan Karakter Sekretaris Jenderal Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.
- Kulakaç, N., & Çilingir, D. (2023). The effect of a serious game-based web application on stoma care education for nursing students: A randomized controlled trial. *In Teaching and Learning in Nursing. Elsevier.*, 19(1), 126–132.
- Kurniawaty, I., Hadian, V. A., & Faiz, A. (2022). Membangun Nalar Kritis di Era Digital. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 3683–3690.
- Kusuma, R., & Fauzi, A. (2025). Teaching and Learning in the 21st Century : Integrating Technology and Pedagogical Innovations. *International Journal of Post Axial*, 3(1), 26–39.
- Larsson, D. G. J., & Flach, C.-F. (2022). Antibiotic resistance in the environment. *Nature reviews. Microbiology*, 20(5), 257–269.
- Lee, W. W., & Owens, D. L. (2004). *Multimedia-based instructional design*. San Fransisco: Pfeiffer.
- Maker, C. J., & Zimmerman, R. (2008). Problem Solving in a Complex World: Integrating DISCOVER, TASC, and PBL in a Teacher Education Project. *Gifted Education International*, 24(2–3), 160–178.
- Marini, A., Safitri, D., Rulya, D. J., Yarmi, G., & Dewiyani, L. (2023). Development of Web

- Using Google Sites to Increase Learning Interest in Social Science Education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2023(106), 137–148.
- Marini, Marlina, R., & Afandi. (2021). Urgensi Keterampilan Pemecahan Masalah di Era Revolusi 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP UNTAN 2020*, 2(July).
- Marithasari, H., Barus, I. G., Resmayasari, I., & Suwanda, B. S. (2023). Pre-Test and Post-Test Technique to Control Students Mastery In Online Learning of English for Communication Courses at Vocational Studies of IPB Universities. *JEEYAL (The Journal of English Teaching for Young and Adult Learners)*, 2(1), 12–15.
- Mphande, F. (2020). *Sustainable Health in Low and Middle Income Countries Achieving SDG3 in the (Post) Pandemic World*. Singapore: Springer.
- Mutaqy, R. M., Nasution, & Purnomo, N. H. (2019). Effects of TASC Learning Model ( Thinking Actively In A Social Context ) on Ability Problem-solving in Natural Resource Mnaagement Materials. *The Indonesian Journal of Social Studies*, 2(1), 11–20.
- Prasetowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode Pembelajaran Yang menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Purba, Y. A., & Harahap, A. (2022). Pemanfaatan Aplikasi Canva Sebagai Media Pembelajaran Matematika Di SMPN 1 NA IX-X Aek Kota Batu. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1.
- Purwanto, N. (2010). *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Reyna, J. (2016). The importance of visual design and aesthetics in e-learning. *Training and Development*, 40(5), 28–31.
- Rusman. (2012). *Belajar dan Pembelajaran Berbasis Komputer Mengembangkan Profesionalisme Guru Abad 21*. Bandung: Alfabeta.
- Rusnaini, Raharjo, Suryaningsih, A., & Noventari, W. (2021). Intensifikasi Profil Pelajar Pancasila dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Pribadi Siswa. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 27(2), 230–249.
- Saleh, L. F. (2020). *Pemikiran Kritis dan Kreatif: Pentingnya Berpikir Kritis*. Bandung: CV. Media Sains Indonesia.
- Salic-Hairulla, M. A., Agad, L. M. L., Pitonang, D. J. A., & Terrado, T. F. B. (2020). A webquest in teaching circulatory system using google site for grade VI pupils. *Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise*, 9(1), 31–44.
- Seeley, C. (2011). The TASC Wheel Supports a Honey Bee Challenge. *Primary Science*, 120, 14–17.
- Shemberger, M. (2019). Post-exam Re ost-exam Reviews: Turning Wrong Answers Into Learning Moments. *Pedagogicon Conference Proceedings*, 8.
- Tanjung, R. E., & Faiza, D. (2019). Canva Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Dasar Listrik. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 7(2), 79-85.
- Titin, Yuniarti, A., Shalihah, A. P., Amanda, D., Ramadhini, I. L., & Virnanda, V. (2023). Memahami media untuk efektifitas pembelajaran. *JUTECH: Journal Education and*

*Technology*, 4(2), 111-123..

- Turnip, N. D., Hasruddin, & Sirait, R. (2018). Analisis Pemahaman Konsep Siswa Materi Archaeobacteria dan Eubacteria. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 6(4), 199-203.
- Tuzahra, F. (2021). Reading Online: Evaluation of Online Sources Credibility. *Indonesian Journal of Applied Linguistics*, 2(1), 32-36.
- Wallace, B., Bernardelli, A., Molyneux, C., & Farrell, C. (2012). TASC: Thinking actively in a social context: A universal problem-solving process: A powerful tool to promote differentiated learning experiences. *Gifted Education International*, 28(1), 58-83.
- Wardhani, I. Y. (2018). Pembelajaran Thinking Actively In Social Context untuk Meningkatkan Kemampuan Higher Order Thinking Siswa SMA. *Journal of Biology Education*, 1(1), 1-16.
- Wasir, A. S., Volgman, A. S., & Jolly, M. (2023). Assessing readability and comprehension of web-based patient education materials by American Heart Association (AHA) and CardioSmart online platform by American College of Cardiology (ACC): How useful are these websites for patient understanding? *American Heart Journal Plus: Cardiology Research and Practice*, 32(July), 100308.
- Wulandari, A. P., Salsabila, A. A., Cahyani, K., Nurazizah, T. S., & Ulfiah, Z. (2023). Pentingnya Media Pembelajaran dalam Proses Belajar Mengajar. *Journal on Education*, 5(2), 3928-3936.