

Kelayakan e-modul website berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM sebagai bahan ajar IPA



Yuni Pantiwati^{a,b*}, Lud Waluyo^{a,b}, Tasya Novian Indah Sari^c, Endrik Nurrohman^a, Andre Rudi Yanto^d

^a Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Jawa Timur, Indonesia

^b Magister Pendidikan Biologi, Direktorat Program Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Jawa Timur, Indonesia

^c Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

^d SMP Islam Bani Hasyim, Malang, Jawa Timur

* Email penulis korespondensi: yuni_pantiwati@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pembelajaran abad ke-21 menekankan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran, misalnya dalam penyusunan media dan bahan ajar. Tujuan penelitian yaitu mengembangkan e-modul dalam bentuk *website* dengan model pembelajaran literasi berbasis proyek terintegrasi Gerakan Literasi Sekolah (GLS) dan Pendidikan Karakter (Model LI-PRO-GP) dengan pendekatan STEM yang layak sebagai bahan ajar digital topik bioteknologi konvensional fase D. Penelitian merupakan penelitian pengembangan dengan model ADDIE. Penelitian dilakukan hingga Tahap *Development*. Penelitian dilaksanakan Bulan Agustus hingga November 2025. Subjek Penelitian yaitu Guru IPA dan ahli (ahli media dan bahan ajar, ahli desain pembelajaran, ahli materi dan ahli teknologi pembelajaran). Data kelayakan dikumpulkan dengan teknik non tes menggunakan lembar penilaian kelayakan produk. Data dianalisis deskriptif kuantitatif untuk memperoleh kualitas kelayakan e-modul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul *website* model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM layak digunakan sebagai bahan ajar digital siswa. Hasil penilaian kelayakan e-modul dari segi media dan bahan ajar, teknologi pembelajaran, materi, dan desain pembelajaran. E-modul juga dipadukan dengan bahan pangan lokal jawawut sebagai bahan utama proyek siswa. E-modul dapat digunakan oleh siswa melalui berbagai perangkat elektronik. Terakhir, e-modul dilengkapi dengan lembar kerja sehingga dapat digunakan siswa pembelajaran di kelas dan di luar kelas serta mendukung pelaksanaan pembelajaran mendalam Kurikulum Merdeka.

PENDAHULUAN

Teknologi digital telah membawa perubahan pada dunia pendidikan. Menurut Qureshi *et al.* (2021) dan Timotheou *et al.* (2023) dalam beberapa waktu terakhir sistem Pendidikan di seluruh dunia telah mengembangkan dan mengintegrasikan teknologi dalam bidang

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

Pendidikan. Inovasi teknologi yang dapat di libatkan dalam Pendidikan misalnya *Internet of Things (IoT)*, *Artificial Intelligence (AI)*, *Augmented Reality (AR)*, *Virtual Reality (VR)* dan lain-lain (Gaol & Prasolova-Førland, 2022). Bilotta *et al.* (2021) dan Haleem *et al.* (2022) menekankan bahwa integrasi teknologi ke dalam pendidikan memberikan pengalaman belajar yang menarik dan memungkinkan siswa untuk tetap lebih tertarik pada mata pelajaran tanpa terganggu. Pemanfaatan proyektor, komputer, dan peralatan teknis canggih lainnya di kelas dapat membuat belajar menjadi menarik dan menghibur bagi siswa. Pembelajaran dikelas menjadi lebih dinamis dan menarik karena menggabungkan sumber daya teknologi, presentasi lisan, dan partisipasi kelompok. Selain itu, penerapan teknologi dalam pembelajaran mampu meningkatkan hasil belajar siswa pada materi lingkungan siswa SMA (Pakaya *et al.*, 2023), kemampuan berpikir tingkat tinggi (Yerimadesi *et al.*, 2023), hingga motivasi belajar siswa (Fitriyah *et al.*, 2023).

Pembelajaran di ruang kelas kini harus bertransformasi untuk memungkinkan semua pendekatan pembelajaran guna menciptakan pembelajaran yang praktis, salah satunya melibatkan teknologi (Qureshi *et al.*, 2021). Menurut Khan & Qureshi (2020) tujuan pendidikan saat ini mulai bergeser pada pembelajaran berbasis teknologi. Dimasa depan siswa diharapkan terampil dalam mempelajari dan menggunakan teknologi. Dalam beberapa waktu terakhir pemerintah terus berupaya agar Indonesia dapat menyesuaikan diri memasuki era masyarakat 5.0 dengan menyediakan pembelajaran yang lebih adaptif terhadap dunia digital (Wijayanto *et al.*, 2023). Lebih lanjut Machmud *et al.* (2021) menekankan bahwa perkembangan teknologi di bidang Pendidikan menjadi salah satu upaya untuk mencapai visi Indonesia di Tahun 2025. Walaupun integrasi teknologi dalam Pendidikan menjadi salah satu urgensi penting, faktanya pemanfaatan teknologi belum benar-benar merata. Hasil penelitian oleh Machmud *et al.* (2021) bahwa di Indonesia akses teknologi dalam pembelajaran masih belum merata. Temuan serupa oleh Widodo *et al.* (2021) salah satu penghambat integrasi teknologi dalam pembelajaran sepanjang Tahun 2017-2020 adalah fasilitas yang sangat minim yang dimiliki sekolah. Mali *et al.* (2023) menyampaikan bahwa keterbatasan akses informasi atau teknologi menjadi salah satu penyebab belum meratanya implementasi teknologi dalam bidang Pendidikan.

Lebih lanjut, hasil observasi pembelajaran IPA di Kota Malang bahwa bahan ajar pembelajaran IPA masih menggunakan buku teks yaitu buku paket dan LKS. Media yang digunakan oleh guru masih berupa PPT dan video dari internet. Guru masih belum menyusun bahan ajar secara mandiri. Hasil observasi ini juga relevan dengan penelitian Pantiwati, Permana, Aminudin, Nurrohman, *et al.* (2024) dan Triwahyuningtyas *et al.* (2020) bahwa bahan Guru IPA di Kota Malang pada Kurikulum Merdeka di dominasi bahan ajar cetak. Berdasarkan fakta yang dipaparkan, maka perlu dicarikan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan mengembangkan elektronik modul atau e-modul *website*.

E-modul dipilih sebagai alat bantu pembelajaran yang menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan alat bantu pembelajaran lainnya (Pertwi *et al.*, 2024). Berbeda dengan modul cetak, e-modul memungkinkan penyampaian konten dalam format interaktif, fleksibel, dan multimedia (mengintegrasikan teks, gambar, audio, dan video). Keunggulan ini menjadikan e-modul sangat relevan untuk mendukung pembelajaran abad ke-21, yang menuntut literasi digital, pembelajaran mandiri, dan akses cepat ke informasi. Secara khusus, e-modul berbasis web menawarkan manfaat dalam hal aksesibilitas (Melani *et al.*, 2025). Misalnya siswa dapat mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja menggunakan perangkat digital. Hal ini khususnya membantu bagi siswa pada pembelajaran IPA yang harus menyeimbangkan waktu antara pembelajaran teori dan praktik (M. P. Sari *et al.*, 2024). Fitur multimedia yang tertanam dalam e-modul, seperti demonstrasi video, simulasi,

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

atau animasi, juga terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan abad 21 (Nazifah & Asrizal, 2022), hasil belajar (Purnamasari *et al.*, 2024), kemandirian belajar dan motivasi belajar (Sidauruk *et al.*, 2025).

Menurut Dini *et al.* (2023) dalam penggunaannya e-modul dapat dipadukan dengan model pembelajaran yang relevan. Misalnya model pembelajaran literasi berbasis pembelajaran projek dalam Gerak Literasi Sekolah (GLS) dan terintegrasi Penguatan Karakter atau biasa dikenal dengan model pembelajaran LI-PRO-GP. Model pembelajaran LI-PRO-GP merupakan model pembelajaran yang mengadaptasi langkah pembelajaran projek dalam GLS dan terintegrasi penguatan karakter. Lebih lanjut dalam pelaksanaannya model ini memuat langkah pembelajaran projek yang ditekankan pada penekanan komponen literasi sains serta setiap langkah pembelajaran membiasakan siswa untuk penerapan karakter (Pantiwati, 2023). Komponen karakter yang dilibatkan adalah karakter dimensi profil lulusan dalam Kurikulum Merdeka meliputi keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan Yang Maha Esa, kewargaan, penalaran kritis, kreativitas, kolaborasi, kemandirian, kesehatan, dan komunikasi. Beberapa temuan terdahulu menunjukkan bahwa model ini memberikan pengaruh positif terhadap pembelajaran. Misalnya model pembelajaran LI-PRO-GP efektif untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep dan kreativitas siswa pada materi pencemaran air (Pantiwati *et al.*, 2022), kemampuan berpikir kritis, metakognitif dan kemampuan berargumentasi. (Pantiwati *et al.*, 2023), kemampuan berpikir kreatif dan komunikasi lisan (Savitri *et al.*, 2025), dan kemampuan metakognitif serta pemecahan masalah siswa pada materi sistem peredaran darah (Zaskia *et al.*, 2025). Model pembelajaran LI-PRO-GP pada e-modul website berperan sebagai instruksi untuk siswa melaksanakan pembelajaran mandiri (*self instruction*), sehingga e-modul tidak bergantung pada media lain (*stand-alone*) serta materi utuh (*self-contained*). Selain itu digitalisasi e-modul menjadikan bahan ajar ini lebih adaptif (fleksibel terhadap perkembangan teknologi) dan *user-friendly* (mudah digunakan dan dipahami) (Delita & Berutu, 2022).

Melibatkan e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP salah satu upaya menciptakan inovasi dalam pembelajaran, dengan memfasilitasi pembelajaran berbasis teknologi dalam bentuk e-modul (*website*) serta melibatkan model pembelajaran yang berorientasi pada projek, literasi dan karakter. Walaupun demikian, pembelajaran saat ini juga menekankan pentingnya mengintegrasikan berbagai bidang disiplin ilmu dalam satu proses belajar, yang dikenal dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering & Mathematics* (STEM). Pendekatan STEM salah satu upaya untuk membekali siswa dengan beragam keterampilan dan pengetahuan interdisipliner. Misalnya, pembelajaran STEM dapat meningkatkan pengetahuan (Ilyas *et al.*, 2022), literasi (Jackson *et al.*, 2021), minat belajar (Neher-Asylbekov & Wagner, 2023) dan hasil belajar siswa (Maj, 2022; Suciana *et al.*, 2023). STEM menggabungkan beberapa interdisipliner ilmu pengetahuan dalam satu pembelajaran yang didasarkan pada hubungan antara permasalahan dunia nyata mata pelajaran (Jamali *et al.*, 2023). Pendekatan STEM relevan digabungkan dengan e-modul *website* model pembelajaran LI-PRO-GP, karena model pembelajaran LI-PRO-GP pada e-modul menyajikan permasalahan di dunia nyata yang harus diselesaikan oleh siswa dalam kegiatan projek bersama teman. Dare *et al.* (2021) menyampaikan bahwa melibatkan siswa dalam mengembangkan solusi untuk permasalahan dunia nyata membantu memotivasi dan mengontekstualisasikan pembelajaran, sekaligus memungkinkan siswa untuk memanfaatkan pengetahuan mereka tentang berbagai disiplin ilmu STEM.

Terlepas dari pentingnya penerapan STEM dalam pembelajaran, implementasinya masih menghadapi kendala, terutama pada pemilihan materi yang relevan dan mampu mengintegrasikan keempat bidang utama, yaitu sains, teknologi, engineering, dan matematika

(Dare *et al.*, 2021). Tidak semua topik pelajaran mudah dipadukan dalam kerangka tersebut, sehingga diperlukan contoh kontekstual yang dekat dengan kehidupan siswa. Salah satu materi yang sangat sesuai adalah bioteknologi. Materi Bioteknologi dapat dikaitkan dengan contoh kontekstual yang dekat dengan kehidupan siswa (Li & Ma, 2024; Putri *et al.*, 2022). Misalnya dengan melibatkan pangan lokal, yaitu *Setaria italica* atau dikenal dengan jagung sebagai bahan utama dalam pembuatan produk proyek bioteknologi. Melibatkan bahan pangan lokal dalam kegiatan proyek tidak hanya memudahkan siswa memahami konsep-konsep Bioteknologi secara nyata, tetapi juga menumbuhkan apresiasi terhadap potensi pangan lokal (Aisa *et al.*, 2023; Desti *et al.*, 2021). Dengan pemanfaatan e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM, pembelajaran IPA menjadi lebih interaktif dan sesuai dengan kebutuhan abad ke-21. Bahan ajar ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa sekaligus relevansi materi dengan kehidupan sehari-hari, sehingga meningkatkan kualitas pembelajaran IPA terlebih pada materi Bioteknologi.

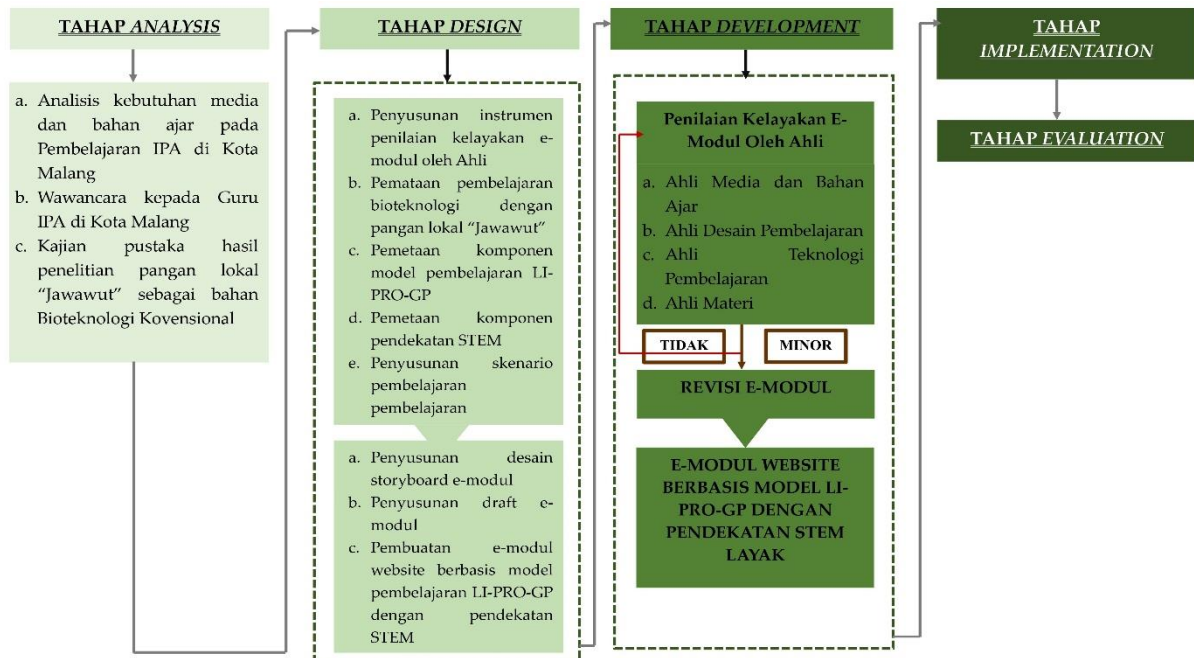
Berdasarkan uraian yang disampaikan bahwa penggunaan e-modul *website*, model pembelajaran LI-PRO-GP dan pendekatan STEM berpengaruh positif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Walaupun demikian masih minim penelitian yang mengelaborasi beberapa komponen ini menjadi satu bahan ajar yang terstruktur yaitu e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM sebagai bahan ajar digital pada pembelajaran IPA. Melibatkan teknologi dalam pembelajaran merupakan hal yang cukup penting, untuk menciptakan lingkungan belajar lebih menarik sehingga mampu menumbuhkan pengalaman baru bagi siswa serta yang paling penting adalah siswa dapat beradaptasi dengan inovasi dan lebih terbuka terhadap perubahan dengan memahami perkembangan teknologi (Memiş *et al.*, 2023). Dengan adanya Model LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM pada e-modul *website* diharapkan siswa tidak hanya melek teknologi tetapi juga dapat mengaplikasikan konsep-konsep dalam pembelajaran pada dunia nyata dan memiliki keterampilan lintas disiplin ilmu dalam satu mata pelajaran IPA. Meskipun demikian, penyusunan bahan ajar digital tetap memerlukan perhatian yang cermat misalnya pada aspek kelayakan agar materi yang disajikan benar-benar mendukung proses belajar secara optimal. Menurut (Kusumam *et al.*, 2016) penilaian kelayakan pada pengembangan bahan ajar penting dilakukan, hal ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas bahan ajar sehingga produk tersebut layak untuk digunakan. Lebih lanjut (Zakaria *et al.*, 2020) menyampaikan bahwa perangkat atau bahan pembelajaran perlu dilakukan uji validitas untuk menjamin kualitasnya dan menghindari terjadinya miskonsepsi pada bahan ajar. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini yaitu mengembangkan e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP yang layak sebagai bahan ajar digital siswa SMP pada topik bioteknologi.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan desain model *Analysis, Design, Development, Implementation & Evaluation* (ADDIE). Penelitian pengembangan e-modul dengan desain ADDIE hanya dilakukan hingga tahap Development, tepatnya penilaian kelayakan e-modul oleh Ahli (**Gambar 1**). **Penelitian ini bertujuan** untuk mengembangkan e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM yang layak sebagai bahan ajar digital siswa kelas IX pada topik bioteknologi konvensional dengan memanfaatkan bahan pangan lokal sebagai bahan dasar pembuatan produk bioteknologi. Penelitian ini dilaksanakan Bulan Agustus-Desember 2025 di SMP Negeri dan Swasta di Wilayah Malang.

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
 Malang, 16 Desember 2025



Gambar 1. Desain Penelitian Pengembangan E-Modul *Website* dengan Desain ADDIE
 Sumber : Branch (2010)

Subjek Penelitian

Subjek yang terlibat dalam penelitian ini Adalah subjek untuk uji coba kelayakan e-modul. Ahli yang terlibat dalam penelitian ini adalah 1) Ahli media dan bahan ajar, 2) Ahli desain pembelajaran, 3) Ahli materi pada bidang bioteknologi, dan 4) Ahli teknologi pembelajaran. Ahli yang terlibat pada penelitian ini masing-masing ahli berjumlah 2, hal ini bertujuan untuk menghindari adanya subjektifitas terhadap produk yang dinilai. Adapun kriteria ahli yang dilibatkan dalam uji coba kelayakan e-modul pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kriteria Ahli dalam Penilaian E-Modul *Website* berbasis Model Pembelajaran LI-PRO-GP dengan Pendekatan STEM

Ahli	Kriteria
Ahli media dan bahan ajar	1) Kualifikasi pendidikan minimal Doktor / Ph.D atau S2 (Lektor) 2) Pendidikan terakhir dari Bidang Pendidikan (bukan ilmu murni) 3) Bidang keahlian media dan bahan ajar minimal 5 tahun
Ahli desain pembelajaran	1) Kualifikasi pendidikan minimal Doktor / Ph.D atau S2 (Lektor) 2) Pendidikan terakhir dari Bidang Pendidikan (bukan ilmu murni) 3) Bidang keahlian strategi pembelajaran, inovasi pembelajaran atau kurikulum (minimal 5 tahun) 4) Diutamakan ahli memiliki rekam jejak penelitian pengembangan model pembelajaran
Ahli materi	1) Kualifikasi pendidikan minimal Doktor / Ph.D atau S2 (Lektor) 2) Pendidikan terakhir dari Bidang ilmu murni (biologi murni diutamakan bioteknologi atau mikrobiologi) 3) Bidang keahlian pada bidang bioteknologi atau mikrobiologi
Ahli teknologi pembelajaran	1) Kualifikasi pendidikan minimal Doktor / Ph.D atau S2 (Lektor) 2) Pendidikan terakhir dari Bidang Pendidikan (diutamakan bidang Teknologi Pendidikan) 3) Bidang keahlian pada bidang Teknologi Pendidikan / ICT pada pembelajaran minimal 5 tahun

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
 Malang, 16 Desember 2025

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data kelayakan e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM ditinjau dari kelayakan media dan bahan ajar, kelayakan materi, kelayakan desain pembelajaran, dan kelayakan teknologi pembelajaran. Data kelayakan dikumpulkan menggunakan lembar penilaian kelayakan produk oleh Ahli. Skor penilaian ahli menggunakan skala likert 1-5 yaitu sangat layak-tidak layak. Ahli yang terlibat sesuai dengan kriteria ahli pada Tabel 1. Setiap ahli menilai beberapa aspek kelayakan produk pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Aspek dan Indikator Penilaian Kelayakan E-Modul Oleh Ahli

Ahli Media dan Bahan Ajar	
Aspek	Indikator
Tampilan awal e-modul	Konsistensi dan komposisi tata letak tampilan e-module Kesesuaian jenis huruf, ukuran huruf dan warna taks pada e-module dengan backround
Isi e-modul	Kesesuaian tata letak Ketepatan tatak letak teks dan gambar pada e-module
Penyajian e-modul	Kemudahan instalasi Kelancara pengoprasian Keberadaan petunjuk penggunaan Konsistensi tombol navigasi Kualitas gambar dan video pada Kejelasan instruksi atau cara penggunaan
Ahli Materi	
Aspek	Indikator
Kedalaman dan kuluasan materi	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran Kesesuaian materi dengan model pembelajaran Kebenaran konsep pada materi
Penyajian materi	Materi logis, mudah difahami dan sistematis Penyajian materi mendorong peserta didik untuk menggali informasi Penyajian materi memberikan kesempatan peserta didik untuk belajar secara mandiri Penyajian capaian akhir pembelajaran dalam e-modul sesuai dengan kegiatan pembelajaran Penyajian daftar pustaka
Bahasa	Uraian materi menggunakan bahasa yang baku, tidak menimbulkan makna ganda, baik dan benar
Ahli Teknologi Pembelajaran	
Aspek	Indikator
Rasionalitas	E-modul sesuai dengan rasionalitas E-modul sesuai dengan tujuan pembelajaran
<i>User friendly</i>	Kemudahan penggunaan e-modul Kemudahan penggunaan setiap menu pada e-modul
<i>User interface</i>	Kemudahan tampilan menu pada e-modul Kemudan penggunaan e-modul
Karakteristik <i>e-modul</i>	E-modul menuntun pembelajaran adaptif Pembelajaran disajikan sesuai sintak model pembelajaran E-modul sesuai dengan materi E-modul dilengkapi dengan menu navigasi
Ahli Desain Pembelajaran	
Aspek	Indikator
Perumusan indikator dan tujuan pembelajaran	Kesesuaian rumusan indikator dengan tujuan Ketepatan kata kerja operasional pada indikator dan tujuan Ketercakupan rumusan indikator minimal 2 indikator
Pemilihan materi ajar	Keruntutan susunan materi

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
 Malang, 16 Desember 2025

	Kelengkapan dan kejelasan materi
	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran dan jenjang pendidikan
Pemilihan model pembelajaran	Kesuaian pemilihan model pembelajaran dengan tujuan dan materi pembelajaran
Pemilihan sumber, media dan bahan pembelajaran	Kesuaian antara media, sumber dan bahan ajar dengan tujuan pembelajaran
	Kemudahan penggunaan media, sumber dan bahan ajar
Kesesuaian skenario pembelajaran	Kesesuaian terhadap sintaks / langkah pembelajaran yang digunakan
Penilaian	Ketepatan dalam penentuan teknik penilaian dan tujuan pembelajaran
	Kelengkapan instrumen penilaian
Bahasa	Ketepatan dan kejelasan bahasa

Sumber : Pantiwati *et al.* (2025), Pantiwati, Permana, Aminudin, & Sari (2024), dan T. N. I. Sari & Rakhmawati (2025)

Teknik Analisis Data Penelitian

Data kelayakan e-modul dalam penelitian dilakukan analisis deskriptif kuantitatif untuk mengetahui kelayakan produk dari sudut pandang ahli (Tabel 3). Hasil penilaian setiap aspek di rata-rata untuk memperoleh skor total dari setiap aspek. Rata-rata penilaian ahli di setiap aspek harus memperoleh minimal penilaian layak. Saran dari ahli diperbaiki untuk memperoleh e-modul yang layak.

Tabel 3. Kriteria Kelayakan E-Modul *Website* Berbasis Model Pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM

Persentase pencapaian	Keterangan Kelayakan
76%-100%	Sangat layak
56-75%	Layak
26%-55%	Kurang layak
0%-25%	Tidak layak

Sumber : Pantiwati *et al.* (2025)

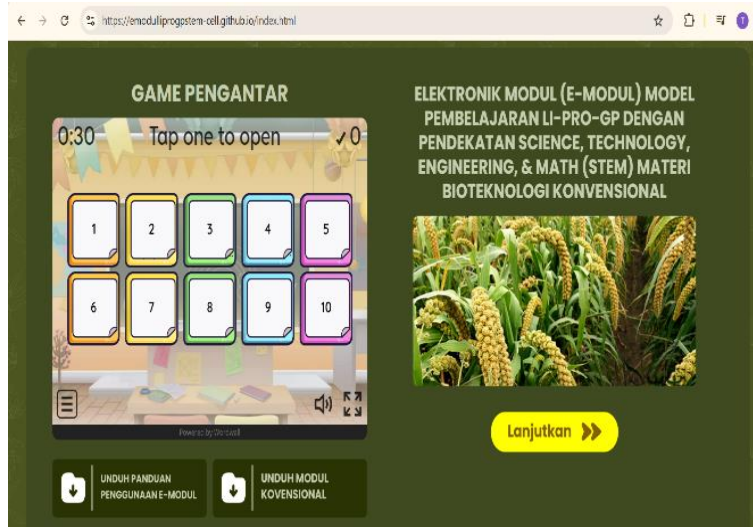
HASIL

Desain E-Modul Website Berbasis Model Pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM

Produk yang dikembangkan pada penelitian ini adalah e-modul dalam bentuk *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM yang layak sebagai bahan ajar digital pada pembelajaran IPA. E-modul *website* digunakan untuk pembelajaran IPA siswa fase D atau kelas IX, pada topik bioteknologi konvensional. E-modul *website* dapat digunakan oleh siswa melalui smartphone (ios dan android), laptop dan komputer (windows dan macOs). Dalam penggunaannya siswa tidak harus mengunduh e-modul *website* dalam bentuk aplikasi, siswa hanya perlu klik link *website* (git & github) yang sudah dibagikan oleh Guru (Gambar 2).

Secara umum tampilan awal e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM siswa akan disajikan seperti Gambar 2. Pada awal masuk siswa dapat mengoperasikan game sebagai pengantar pembelajaran. Selain itu pada awal, terdapat "Modul Konvensional" yang dapat diunduh siswa. Fungsi modul konvensional ditujukan bagi siswa yang mengalami kendala dalam menggunakan e-modul *website*. Selanjutnya untuk memulai pembelajaran dengan e-modul *website*, siswa dapat klik lanjutkan dan jika berhasil akan muncul berbagai menu seperti tampilan pada Gambar 3.

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025



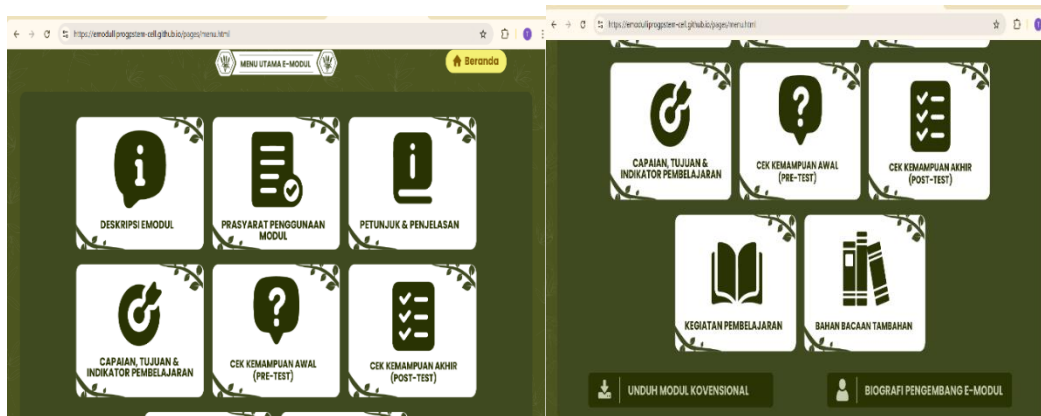
Gambar 2. Tampilan Awal E-Modul *Website*

Tampilan utama e-modul *website* model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM terdiri atas beberapa menu utama yang memudahkan siswa untuk melaksanakan pembelajaran mandiri di luar kelas dan pembelajaran di kelas (Gambar 3). Jika pembelajaran dilakukan di luar kelas, Guru dapat memantau progres belajar siswa melalui e-modul. Misalnya, siswa wajib membaca materi dan bahan bacaan tambahan di luar kelas. Sebagai bagian dari pemantauan belajar dan umpan balik, siswa wajib menyimpulkan materi yang dibaca pada form yang sudah disediakan pada e-modul *website*. Guru dapat memberikan umpan balik kepada siswa melalui e-modul *website* atau umpan balik ditindak lanjuti pada pembelajaran di kelas

Menu pertama deskripsi e-modul, menu deksripsi e-modul memuat pengantar kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan oleh siswa. Dengan membaca deksripsi e-modul memberikan gambaran pelaksanaan pembelajaran e-modul kepada siswa. Kedua menu prasyarat penggunaan e-modul, pada menu ini disajikan beberapa informasi prasyarat pembelajaran dengan e-modul topik bioteknologi konvensional termasuk topik-topik pembelajaran yang harus di tempuh siswa di jenjang atau pembelajaran sebelumnya. Ketiga petunjuk dan penjelasan, menu ini memuat petunjuk dan penjelasan serta peran siswa dalam pembelajaran menggunakan e-modul *website*. Keempat menu capaian, tujuan dan indikator pembelajaran, memuat capaian yang akan dicapai setelah pelaksanaan pembelajaran dengan e-modul *website*. Kelima menu cek kemampuan awal dan cek kemampuan, menu ini memuat beberapa pertanyaan bioteknologi konvensional yang wajib dikerjakan siswa sebelum memulai pembelajaran dengan e-modul dan cek kemampuan akhir dikerjakan siswa setelah seluruh rangkaian pembelajaran dengan e-modul *website* selesai. Siswa dapat mengerjakan secara langsung pada e-modul *website*, pembahasan setiap pertanyaan dapat diakses siswa setelah menyelesaikan seluruh pertanyaan pada cek kemampuan awal. Keenam kegiatan pembelajaran, siswa dapat memulai melaksanakan pembelajaran dengan langkah model pembelajaran LI-PRO-GP dan pendekatan STEM dengan mengakses kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran juga di lengkapi dengan lembar kerja. Ketujuh adalah menu bahan bacaan tambahan, selain materi ajar di menu kegiatan pembelajaran pada e-modul *website*

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

siswa diberi tambahan bahan bacaan mengenai bioteknologi konvensional dan pangan lokal. Terakhir, dimenu utama e-modul *website* juga dilengkapi dengan tombol navigasi untuk kembali dan lanjut pada menu sebelum serta sesudahnya (Gambar 3).



Gambar 3. Tampilan Menu E-Modul *Website*

Secara rinci pada menu kegiatan pembelajaran terdapat beberapa sub menu untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran dengan e-modul *website* (Gambar 3 dan 4). Misalnya 1) rencana dan petunjuk pembelajaran 1, 2) tujuan pembelajaran, 3) uraian materi dan rangkuman materi pembelajaran 1, 4) lembar kerja pembelajaran 1, 5) tugas pembelajaran 1, 6) tes pembelajaran 1, dan 7) pembahasan tes pembelajaran 1. Pembelajaran di kelas siswa dapat memanfaatkan lembar kerja yang disediakan, setelah selesai mengikuti pembelajaran siswa wajib mengerjakan beberapa pertanyaan yang berhubungan dengan topik di hari tersebut yang disediakan pada e-modul. Umpan balik dari beberapa pertanyaan di setiap pertemuan pembelajaran dapat diperoleh setelah siswa mengerjakan seluruh rangkaian tes.



Gambar 4. Contoh Tampilan Menu Kegiatan Pembelajaran pada E-modul *Website* (Smartphone)

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
 Malang, 16 Desember 2025

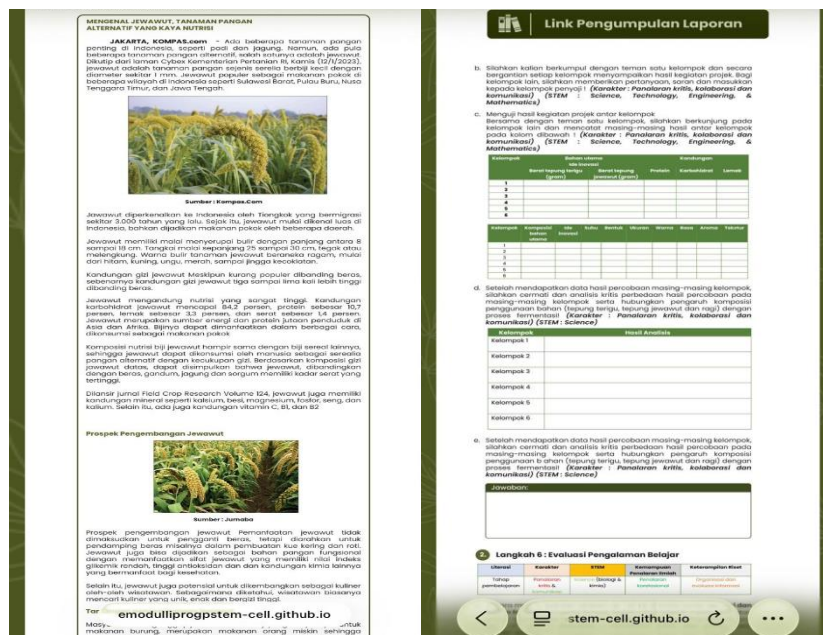
Dalam pelaksanaannya e-modul *website* dipadukan dengan model pembelajaran LI-PRO-GP dan pendekatan STEM. Model pembelajaran LI-PRO-GP merupakan model pembelajaran literasi dalam berbasis proyek dalam GLS dan terintegrasi pendidikan karakter. Sedangkan, 4 bidang ilmu STEM pada di integrasikan disetiap langkah model pembelajaran LI-PRO-GP (Tabel 4). Proyek utama dalam pembelajaran ini adalah pembuatan roti menggunakan tepung dari biji pangan lokal yaitu jowawut. Pemilihan tepung jowawut sebagai bahan dasar pembuatan roti, untuk membuktikan proses fermentasi dengan melibatkan bahan pangan lokal dan kontekstual. Bidang ilmu STEM dilibatkan di setiap langkah pembelajaran LI-PRO-GP, misalnya bidang matematika pada proses perhitungan kebutuhan bahan dan kalori roti jowawut. Selanjutnya literasi pada model pembelajaran LI-PRO-GP diterapkan sepanjang proses pembelajaran, misalnya menyediakan bahan bacaan tambahan di e-modul dan siswa wajib menyampaikan hal yang difahami dengan mengirimkan rangkuman singkat pada e-modul (Gambar 3). Desain ini juga bagian dari penerapan karakteristik e-modul yaitu pembelajaran mandiri. Terakhir, karakter juga diterapkan beriringan dengan literasi dan STEM (Tabel 4). Desain pembelajaran pada e-modul di desain untuk menumbuhkan karakter siswa (Tabel 4). Misalnya pembelajaran dilakukan secara kolaborasi tetapi siswa memiliki tanggung jawab secara pribadi pada kegiatan kelompok dibuktikan dengan menuliskan ide-ide perihal kegiatan proyek roti jowawut secara mandiri di lembar kerja pada e-modul *website* (karakter : mandiri), tetapi setiap kelompok harus bisa melakukan diskusi dan mengumpulkan ide kelompok yang disepakati setiap anggota (karakter : kolaborasi).

Tabel 4. Pemetaan Komponen Model Pembelajaran LI-PRO-GP dengan Pendekatan STEM pada e-modul *website*

Kegiatan	Sintak Model Pembelajaran LI-PRO-GP			STEM
	Proyek	GLS	Karakter	
Pembelajaran 1	Penentuan Pertanyaan Mendasar	Tahap pembiasaan, pengembangan, dan pembelajaran	Penalaran kritis, mandiri & kolaborasi	<i>Science</i> (kimia dan biologi)
	Menyusun Perencanaan Proyek	Tahap pembiasaan, pengembangan, dan pembelajaran	Penalaran kritis, kreativitas, komunikasi, mandiri, kolaborasi & kesehatan	<i>Science</i> (biologi), <i>Technology</i> , <i>Engineering</i> , & <i>Mathematics</i>
	Menyusun Jadwal Pelaksanaan	Tahap pembiasaan, pengembangan, dan pembelajaran	Komunikasi, kolaborasi, & kewargaan	<i>Engineering</i> , & <i>Mathematics</i>
Pembelajaran 2	Memonitoring Kegiatan	Tahap pembiasaan, pengembangan, dan pembelajaran	Penalaran kritis, kreativitas, kolaborasi, mandiri & komunikasi	<i>Science</i> (biologi, kimia & fisika), <i>Technology</i> , <i>Engineering</i> , & <i>Mathematics</i>
Pembelajaran 3	Menguji Hasil Proyek	Tahap pembiasaan, pengembangan, dan pembelajaran	Penalaran kritis, kolaborasi dan komunikasi	<i>Science</i> (biologi, kimia & fisika), <i>Technology</i> , <i>Engineering</i> , & <i>Mathematics</i>
	Evaluasi Pengalaman Belajar	Tahap pembiasaan, pengembangan, dan pembelajaran	Penalaran kritis & komunikasi	<i>Science</i> (biologi & kimia)

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
 Malang, 16 Desember 2025

Gambar 5 salah satu penerapan model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM pada kegiatan pembelajaran 1 pada e-modul *website*. Pada langkah pembelajaran ke-1 "penentuan pertanyaan mendasar", siswa diminta untuk membaca wacana mengenai permasalahan dan potensi jiwawut di Indonesia dari sudut (STEM : *science*, literasi dan karakter : penalaran kritis). Petunjuk pada e-modul, meminta siswa untuk berkelompok dan merumuskan ide mengenai upaya relevan untuk dapat memperkenalkan jiwawut pada masyarakat (karakter : panalaran kritis). Siswa wajib merumuskan ide secara mandiri dan menuliskan pada lembar kerja (STEM : *science* dan karakter : mandiri). Setelah merumuskan ide secara mandiri, siswa dapat berdiskusi dengan teman satu kelompok untuk menentukan ide final pada masing-masing kelompok. Setiap ide bersama harus disertai dengan alasan ilmiah yang relevan (STEM : *science* dan karakter : kolaborasi).



Gambar 5. Contoh Desain Pembelajaran pada E-Modul *Website* Berbasis Model LI-PRO-GP dengan Pendekatan STEM

Kelayakan E-Modul Website Berbasis Model Pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM

Penilaian kelayakan e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM dilakukan oleh Ahli dari Universitas Muhammadiyah Malang. Ahli yang terlibat sebagai subjek uji kelayakan harus memenuhi kriteria minimal pada Tabel 1. Rata-rata hasil penilaian ahli pada penelitian ini memperoleh hasil 79,5% atau memperoleh hasil bahwa e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM layak sebagai bahan ajar bioteknologi konvensional bagi siswa fase D pada pembelajaran IPA (Tabel 5).

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
 Malang, 16 Desember 2025

Tabel 5. Hasil Penilaian Kelayakan Produk Oleh Ahli Media dan Bahan Ajar

Ahli	Aspek	Rata-Rata
Ahli Media dan Bahan Ajar	Tampilan awal e-modul	79%
	Isi e-modul	81%
	Penyajian e-modul	83%
Hasil ahli media		81%
Ahli	Aspek	Rata-Rata
Ahli Desain Pembelajaran	Perumusan indikator dan tujuan pembelajaran	76%
	Pemilihan materi ajar	77%
	Pemilihan model pembelajaran	76%
	Pemilihan sumber, media dan bahan pembelajaran	80%
	Kesesuaian skenario pembelajaran	80%
	Penilaian	80%
	Bahasa	81%
Hasil ahli desain pembelajaran		78%
Ahli	Aspek	Rata-Rata
Ahli Teknologi Pembelajaran	Rasionalitas	82%
	<i>User friendly</i>	81%
	<i>User interface</i>	77%
	Karakteristik e-modul	75%
Hasil		79%
Ahli	Aspek	Rata-Rata
Ahli Materi	Kedalaman dan kuluasan materi	81%
	Penyajian materi	82%
	Bahasa	80%
Hasil ahli materi		81%
Rata-Rata hasil penilaian ahli		79,5%

Terlepas dari hasil penilaian kelayakan, terdapat beberapa saran dan masukan ahli terhadap e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP. Catatan dari ahli dijadikan sebagai bahan pertimbangan perbaikan produk, sebelum dilanjutkan pada tahap selanjutnya (Tabel 6).

Tabel 6. Hasil Revisi Produk Penilaian Kelayakan Ahli

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi	Catatan
		Soal-soal di kegiatan pembelajaran ke-2 sama dengan soal di pembelajaran ke-1

PEMBAHASAN

Hasil penilaian kelayakan e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM oleh ahli pada Tabel 5 menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan ajar digital bagi siswa fase D pada topik bioteknologi konvensional ditinjau dari kelayakana media dan bahan ajar, kelayakan teknologi pembelajaran, kelayakan desain pembelajaran dan kelayakan materi. Hasil penelitian ini

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

relevan dengan penelitian Puspitasari *et al.* (2020) bahwa e-modul layak digunakan sebagai bahan ajar alternatif siswa sekolah menengah. Lebih lanjut penelitian oleh Mahrawi *et al.* (2021) bahwa e-modul biologi layak dijadikan bahan ajar pembelajaran IPA. Menurut Kusumam *et al.* (2016) tahap penilaian kelayakan pada pengembangan bahan ajar penting dilakukan, hal ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas bahan ajar sehingga produk tersebut layak untuk digunakan. Lebih lanjut Zakaria *et al.* (2020) menyampaikan bahwa perangkat bahan pembelajaran perlu dilakukan uji validitas untuk menjamin kualitasnya dan menghindari terjadinya miskonsepsi pada bahan ajar.

E-modul model *website* pembelajaran LI-PRO-GP merupakan bahan ajar digital yang dipadukan dengan model pembelajaran LI-PRO-GP dan pendekatan STEM dalam bentuk *website*. Pemilihan e-modul dalam bentuk *website* berhubungan dengan akseibilitas penggunaan e-modul. E-modul *website* lebih mudah di akses melalui berbagai perangkat, dibandingkan e-modul dalam bentuk aplikasi. Setiap perangkat elektronik seperti smartpone, laptop dan komputer memiliki sistem yang berbeda-beda android, ios, macOS, windows dan lain-lain (Wijaya *et al.*, 2025). Hasil penelitian Safitri & Sari (2023) jika e-modul di kembangkan dalam bentuk aplikasi harus dikembangkan sesuai sistem pada masing-masing perangkat, misalnya untuk android atau ios.

Diketahui bahwa Model pembelajaran LI-PRO-GP dan pendekatan STEM sama-sama berlandaskan teori konstruktivisme, artinya dalam pembelajaran mengharuskan siswa untuk bertanya, mengajukan desain rencana proyek hingga merealisasikan rencana proyek tersebut hingga menjadi sebuah produk sebagai solusi menyelesaikan permasalahan dunia nyata yang disajikan pada e-modul *website* (Pantiwati *et al.*, 2025). Pendekatan STEM pada model pembelajaran LI-PRO-GP berperan untuk menciptakan pembelajaran lebih menarik, selain berfokus pada kegiatan proyek. Melalui STEM siswa tidak hanya belajar pada 1 bidang ilmu, melainkan intradisipliner (Simamora, 2024). STEM pada model pembelajaran LI-PRO-GP membantu siswa untuk menyelesaikan permasalahan yang harus diselesaikan siswa dalam kegiatan proyek sehingga lebih kegiatan proyek lebih bermakna dan tidak membosankan (Diana *et al.*, 2021). Pendekatan STEM pada model pembelajaran LI-PRO-GP mendorong kemandirian siswa, keterlibatan lebih maksimal dalam pembelajaran dan kolaborasi siswa. Dengan adanya pendekatan STEM, siswa didorong sebagai pencipta, penemu atau pengambil keputusan mengenai ide proyek yang akan diselesaikan (Lee & Lee, 2025). Ide proyek siswa dirancang khusus lintas disiplin ilmu. Pembelajaran dengan e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP mendorong siswa untuk menyelesaikan permasalahan mengenai jiwawut di Indonesia. Jiwawut sebagai salah satu pangan lokal memiliki berbagai manfaat sebagai pangan lokal, tetapi masyarakat belum mengenal pangan lokal ini dengan baik. Siswa didorong untuk dapat memberikan sebuah solusi yang untuk mengenalkan jiwawut terhadap masyarakat, salah satunya membuat inovasi pangan lokal dengan melibatkan STEM pada e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP.

Terlepas dari hasil penelitian, penelitian ini hanya dilakukan hingga tahap *development* lebih tepatnya hanya sampai dilakukan penilaian kelayakan oleh Ahli. E-modul *website* yang dikembangkan masih perlu dikakukan proses pengembangan lebih lanjut. Menurut T. N. I. Sari & Rakhmawati (2025) salah satu syarat bahan ajar yang baik selain layak, harus bersifat praktis. Penilaian kepraktisan penting dilakukan karena untuk menguji coba bahan ajar pada praktisi sehingga menghasilkan bahan ajar yang mudah dipahami oleh praktisi lapangan. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya diharapkan dilakukan proses pengembangan hingga tahap *evaluation*. Sehingga e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan

pendekatan STEM yang dihasilkan dapat digunakan dalam pembelajaran serta sesuai dengan kebutuhan pembelajaran siswa.

KESIMPULAN

E-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM layak digunakan sebagai bahan ajar digital bagi siswa fase D pada topik bioteknologi konvensional. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul *website* memenuhi syarat kelayakan bahan ajar dalam pembelajaran, ditinjau dari kelayakan media dan bahan ajar, materi, teknologi pembelajaran dan desain pembelajaran. Penilaian kelayakan dalam proses penyusunan bahan ajar merupakan tahap yang penting sebagai upaya menyusun bahan ajar sesuai karakteristik siswa dan kebutuhan pembelajaran. Selain itu, penilaian kelayakan kepada ahli juga untuk menghindari terjadinya miskonsepsi pada materi, bias hingga ketidaksesuaian konteks pada bahan ajar yang dikembangkan. Mengembangkan bahan ajar digital, termasuk e-modul *website* berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP dengan pendekatan STEM salah satu upaya menciptakan inovasi dalam pembelajaran IPA. Pembelajaran IPA harus berorientasi pada perkembangan abad 21, sebagai upaya membekali siswa dengan berbagai kecapakan penting di masa depan. Upaya yang dapat dilakukan dengan adanya inovasi dalam pembelajaran, salah satunya dengan e-modul *website*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa e-modul *website* layak digunakan sebagai bahan ajar IPA, oleh karena itu kedepan diharapkan e-modul *website* ini dapat diterapkan di kelompok siswa yang lebih luas dalam pembelajaran IPA setelah memenuhi syarat pengembangan bahan ajar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih Kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Malang dan Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Muhammadiyah Malang melalui program pendanaan Penelitian Internal Tahun 2024/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisa, R., Kusnadi, K., & Solihat, R. (2023). Application of problem-based learning in biotechnology learning contains local potential jruiek drien aceh to improve problem-solving and self-directed learning skills of high school students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 10128–10137. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5047>
- Bilotta, E., Bertacchini, F., Gabriele, L., Giglio, S., Pantano, P. S., & Romita, T. (2021). Industry 4.0 technologies in tourism education: Nurturing students to think with technology. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2020.100275>
- Branch, R. M. (2010). Instructional design: The ADDIE approach. In *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M., & Li, F. (2021). Beyond content: The role of stem disciplines, real-world problems, 21st century skills, and stem careers within science teachers' conceptions of integrated stem education. *Education Sciences*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/educsci11110737>
- Delita, F., & Berutu, N. (2022). Online learning: The effects of using e-modules on self-efficacy, motivation and learning outcomes. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 23(4), 93–107. <https://doi.org/10.17718/tojde.1182760>
- Desti, Fitmawati, Yulis, P. A. R., & Isda, M. N. (2021). Preliminary studies of the development of local wisdom-based biotechnology module for biology students. *International Conference*

- on Science Education and Technology*, 1842(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012068>
- Diana, N., Yohannes, & Sukma, Y. (2021). The effectiveness of implementing project-based learning (PjBL) model in STEM education: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012146>
- Dini, A., Rahmatan, H., Muhibbudin, Nurmaliah, C., & Safrida. (2023). Application of the e-module combined with the guided inquiry learning model to increase student motivation and learning outcomes on the structure and function of plant tissues. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4768–4776. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3857>
- Fitriyah, I. J., Nur, S., & Sahda, S. (2023). Development of e-module flipbook based on discovery learning to increase learning motivation. *Jurnal Pendidikan IPA Veteran*, 7(2), 2023. <https://doi.org/10.31331/jipva.v7i2.2738>
- Gaol, F. L., & Prasolova-Førland, E. (2022). Special section editorial: The frontiers of augmented and mixed reality in all levels of education. In *Education and Information Technologies* (Vol. 27, Issue 1, pp. 611–623). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10746-2>
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Ilyas, M., Meiyani, E., Ma'rufi, M., & Kaewhanam, P. (2022). Improving students' ability in learning mathematics by using the science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.966687>
- Jackson, C., Mohr-Schroeder, M. J., Bush, S. B., Maiorca, C., Roberts, T., Yost, C., & Fowler, A. (2021). Equity-Oriented Conceptual Framework for K-12 STEM literacy. *International Journal of STEM Education*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00294-z>
- Jamali, S. M., Ale Ebrahim, N., & Jamali, F. (2023). The role of STEM Education in improving the quality of education: a bibliometric study. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(3), 819–840. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09762-1>
- Khan, N., & Qureshi, M. I. (2020). A systematic literature review on online medical services in Malaysia. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 16(6), 107–118. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i06.13573>
- Kusumam, A., Mukhidin, M., & Hasan, B. (2016). Pengembangan bahan ajar mata pelajaran dasar dan pengukuran listrik untuk sekolah menengah kejuruan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 23(1), 28. <https://doi.org/10.21831/jptk.v23i1.9352>
- Lee, M. Y., & Lee, J. S. (2025). Project-Based Learning as a Catalyst for Integrated STEM Education. In *Education Sciences* (Vol. 15, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/educsci15070871>
- Li, R. Y., & Ma, Y. Y. (2024). Knowledge and attitudes toward biotechnology in stem education as an indicator of scientific literacy. *Journal of Baltic Science Education*, 23(1), 76–89. <https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.76>
- Machmud, M. T., Widiyan, A. P., & Ramadhani, N. R. (2021). The development and policies of ICT supporting educational technology in Singapore, Thailand, Indonesia, and Myanmar. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(1), 78–85. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i1.20786>
- Mahrawi, M., Usman, U., & Setiani, A. R. (2021). Pengembangan e-modul biologi sebagai bahan ajar pada materi sel. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science Education*, 2(2), 96–104. <https://doi.org/10.35719/mass.v2i2.69>

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

- Maj, S. P. (2022). A practical new 21st century learning theory for significantly improving stem learning outcomes at all educational levels. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(2). <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/11510>
- Mali, Y. C. G., Kurniawan, D., Januardi, J. I., Swara, S. J., Lokollo, N. C. E., Picauly, I. A., Paramitha, N. G., Tanore, J. A., Dewani, M. S., & Pakiding, R. W. (2023). Issues and challenges of technology use in Indonesian schools: Implications for teaching and learning. *IJJET (International Journal of Indonesian Education and Teaching)*, 7(2), 221–233. <https://doi.org/10.24071/ijjet.v7i2.6310>
- Melani, M., Sutedia, E., Irianti, S., Herawati, D. M. D., & Pramatirta, A. Y. (2025). Development of a website-based E-module for midwifery care for neonates, infants, and toddlers: A mixed-method study. *Social Sciences and Humanities Open*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101993>
- Memiş, E. K., Et, S. Z., & Sönmez, E. (2023). Integration of technology into science teaching: A phenomenological study on the experiences of the pre-service teachers. *Science Education International*, 34(3), 166–176. <https://doi.org/10.33828/sei.v34.i3.1>
- Nazifah, N., & Asrizal, A. (2022). Development of stem integrated physics e-modules to improve 21st century skills of students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 2078–2084. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.1820>
- Neher-Asylbekov, S., & Wagner, I. (2023). Effects of out-of-school STEM learning environments on student interest: A critical systematic literature review. *Journal for STEM Education Research*, 6(1), 1–44. <https://doi.org/10.1007/s41979-022-00080-8>
- Pakaya, S. Y. C., Dama, L., Hamidun, M. S., Nusantari, E., Baderan, D. W. K., & Katili, A. S. (2023). Development of problem-based learning modules on environmental pollution materials to improve student learning outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 7803–7809. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4323>
- Pantiwati, Y. (2023). *Model pembelajaran Li-Pro-GP*. UMM Press.
- Pantiwati, Y., Aminudin, Waluyo, L., Permana, F. H., Sari, T. N. I., & Nurrohman, E. (2025). E-Module Based on LI-PRO-GP Learning Model to Improve Students' Conceptual Understanding and Problem-Solving Abilities in Science Learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 15(3), 549–564. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2025.15.3.2265>
- Pantiwati, Y., Kusniarti, T., Permana, F. H., Nurrohman, E., & Sari, T. N. I. (2023). The Effects of The Blended Project-Based Literacy that Integrates School Literacy Movement Strengthening Character Education Learning Model on Metacognitive Skills, Critical Thinking, and Opinion Expression. *European Journal of Educational Research*, 12(1), 145–158. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.1.145>
- Pantiwati, Y., Permana, F. H., Aminudin, A., Nurrohman, E., & Sari, T. N. I. (2024). Representation of the use of media and teaching materials in science learning for junior high school students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(3), 1075–1082. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i3.6168>
- Pantiwati, Y., Permana, F. H., Aminudin, & Sari, T. N. I. (2024). *Prototype e-modul model pembelajaran li-pro-gp*. UMM Press. [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=o-USEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=info:58KPFi1tt28\]:scholar.google.com&ots=Zxa9 2 RyZ9&sig=OXUsL C itb s-dFYKNXUGU322g&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=o-USEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=info:58KPFi1tt28]:scholar.google.com&ots=Zxa9 2 RyZ9&sig=OXUsL C itb s-dFYKNXUGU322g&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Pantiwati, Y., Permana, F. H., Kusniarti, T., Sari, T. N. I., & Nurrohman, E. (2022). Application of the Li-Pro-GP learning model to improve students' conceptual understanding and creativity of environmental pollution. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(1), 159–168. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.25800>

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

- Pertiwi, N. P., Saputro, S., Yamtinah, S., & Kamari, A. (2024). Enhancing critical thinking skills through stem problem-based contextual learning: an integrated e-module education website with virtual experiments. *Journal of Baltic Science Education*, 23(4), 739–766. <https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.739>
- Purnamasari, E. F., Maasawet, E. T., Hudiyo, Y., Subagiyo, L., Herliani, & Akhmad. (2024). Effectiveness of biology e-module teaching materials based on flip pdf professional application to improve learning outcomes and critical thinking skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(11), 8892–8898. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i11.9147>
- Puspitasari, R., Hamdani, D., & Risdianto, E. (2020). Pengembangan e-modul berbasis hots berbantuan flipbook marker sebagai bahan ajar alternatif siswa SMA. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(3), 247–254. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.3.247-254>
- Putri, R. E., Diliarosta, S., & Oktavia, R. (2022). Biotechnology topics analysis: A preliminary study of stem based-science practicum book for secondary. *International Conference on Research and Learning of Physics*, 2309(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2309/1/012067>
- Qureshi, M. I., Khan, N., Raza, H., Imran, A., & Ismail, F. (2021). Digital technologies in education 4.0. does it enhance the effectiveness of learning? *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(4), 31–47. <https://doi.org/10.3991/IJIM.V15I04.20291>
- Safitri, D., & Sari, P. M. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Kemampuan Literasi Sains pada Pembelajaran IPA bagi Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Al-Madrasah: Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 7(4), 1571. <https://doi.org/10.35931/am.v7i4.2585>
- Sari, M. P., Muttaqin, A., Putri, R. E., & Oktavia, R. (2024). Integrating Ethnoscience on Critical-Thinking Oriented Web-Based E-Module of Secondary School Science. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(1), 371–384. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i1.5928>
- Sari, T. N. I., & Rakhmawati, A. (2025). Feasibility and practicality of project-based learning (pjl) teaching modules based on local potential to support the implementation of the independent high school curriculum. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.26740/jipb.v6n1.p1-15>
- Savitri, A., Pantiwati, Y., Fauzi, A., Wahyuni, S., & Permana, T. I. (2025). The effect of Li-Pro-GP learning model on creative thinking ability and written communication ability in junior high school biology learning. *Biosfer*, 18(2), 327–339. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.57490>
- Sidauruk, T., Delita, F., Berutu, N., Elfayetti, & Rohani. (2025). E-modules to improve learning independence, motivation and learning outcomes. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 9(1), 171–180. <https://doi.org/10.23887/jppp.v9i1.74404>
- Simamora, A. M. (2024). A Decade of Science Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PjBL): A Systematic Literature Review. In *Journal of Computers for Science and Mathematics Learning J. Comput. Sci. Math. Learn* (Vol. 1, Issue 1). <https://spm-online.com/jcsml58>
- Suciana, D., Hartinawati, Sausan, I., & Meliza. (2023). A meta-analysis study: The effect of problem based learning integrated with STEM on learning outcomes. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(2), 133–138. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.2.619>
- Timotheou, S., Miliou, O., Dimitriadis, Y., Sobrino, S. V., Giannoutsou, N., Cachia, R., Monés, A. M., & Ioannou, A. (2023). Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review. *Education and Information Technologies*, 28(6), 6695–6726. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11431-8>

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

- Triwahyuningtyas, D., Ningtyas, A. S., & Rahayu, S. (2020). The problem-based learning e-module of planes using kvisoft flipbook maker for elementary school students. *Jurnal Prima Edukasia*, 8(2), 199–208. <https://doi.org/10.21831/jpe.v8i2.34446>
- Widodo, A. W., Solikhatus, I., Raharja, S., Salam, A. A., & Wartini, F. S. (2021). A utilization of information technology on education in indonesia (2017-2020): A systematic literature review. *2nd Bukittinggi International Conference on Education*, 1779(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1779/1/012024>
- Wijaya, N. M., Herlina, M., & Widodo, S. (2025). Pengembangan e-modul berbasis web untuk meningkatkan kemampuan praktikum media pembelajaran geografi berbasis ict pada mahasiswa pendidikan geografi. 5, 698–714. <http://jurnal.permapendis-sumut.org/index.php/mudabbir>
- Wijayanto, P. W., Thamrin, HM., Haetami, A., Mustoip, S., & Oktiawati, U. Y. (2023). The potential of metaverse technology in education as a transformation of learning media in indonesia. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 9(2), 396. <https://doi.org/10.33394/jk.v9i2.7395>
- Yerimadesi, Y., Warlinda, Y. A., Rosanna, D. L., Sakinah, M., Putri, E. J., Guspatni, G., & Andromeda, A. (2023). Guided discovery learning-based chemistry e-module and its effect on students' higher-order thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 168–177. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.42130>
- Zakaria, L. M. A., Purwoko, A. A., & Hadisaputra, S. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Kimia Berbasis Masalah Dengan Pendekatan Brain Based Learning: Validitas dan Reliabilitas. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(5), 554–557. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i5.2258>
- Zaskia, A., Pantiwati, Y., Fauzi, A., Wahyuni, S., & Permana, T. I. (2025). Impact of li-pro-gp model on metacognitive awareness and problem solving skills in biology learning. *Biosfer*, 18(2), 249–260. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.55070>