

PENGEMBANGAN *E-MODULE* INTERAKTIF BERBASIS PjBL MATERI INOVASI TEKNOLOGI BIOLOGI UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS X SMA

Development of an Interactive E-Module Based on PjBL on Biological Technology Innovation Materials to Train Critical Thinking Skills of Grade 10 High School Students

Ayu Tri Musdalifah

Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: ayutri.20037@mhs.unesa.ac.id

Guntur Trimulyono

Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: gunturtrimulyono@unesa.ac.id

Abstrak

Di era abad ke-21 ini, siswa diharapkan untuk memiliki kemampuan 4C yaitu *Creativity, Communication skill, Critical Thinking* dan *Problem Solving*. Namun, data di lapangan menunjukkan bahwa keterampilan 4C siswa, salah satunya keterampilan berpikir kritis masih belum optimal. Oleh karena itu, dilakukan penelitian yang memiliki tujuan untuk menghasilkan *e-module* interaktif berbasis PjBL dengan materi inovasi teknologi biologi yang dapat melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa dan layak digunakan ditinjau dari aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Penelitian ini menggunakan model 4D dalam pengembangannya, yaitu *define, design, develop, and disseminate*. Validitas *e-module* dinilai berdasarkan hasil penilaian media oleh tiga validator, yaitu dosen ahli materi, dosen ahli media, dan guru mata pelajaran biologi dalam lembar validasi *e-module*. Kepraktisan *e-module* ditinjau dari lima aspek yaitu angket respon siswa dan guru, keterlaksanaan aktivitas siswa, penilaian proyek, dan kesesuaian jawaban siswa dalam menjawab soal-soal pada *e-module* dengan kriteria penilaian. Efektivitas *e-module* dinilai berdasarkan skor N-gain dan ketuntasan *post-test* siswa. Analisis data yang diperoleh menunjukkan bahwa *e-module* dinyatakan sangat valid dengan perolehan persentase sebesar 96,4%, *e-module* juga dinilai sangat praktis dengan perolehan persentase sebesar 97,2% pada angket respon siswa, 97,5% pada angket respon guru, 94% pada keterlaksanaan aktivitas siswa, 97,5% pada penilaian proyek, dan 96% pada hasil penggeraan soal-soal pada *e-module*. Efektivitas *e-module* dalam melatihkan keterampilan berpikir kritis memperoleh persentase skor rata-rata N-gain sebesar 77,2% dengan ketuntasan *post-test* siswa sebesar 92% dalam kategori efektif. Berdasarkan hasil tersebut, *e-module* interaktif berbasis PjBL dengan materi inovasi teknologi biologi ini dinyatakan layak digunakan dan efektif dalam melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa ditinjau dari aspek validitas, efektivitas.

Kata Kunci: Riset Pendidikan, Sekolah Menengah Atas, *E-Module* Interaktif, *Project Based Learning*, Inovasi

Abstract

In this 21st century, students must possess 4C skills: Creativity, Communication, Critical Thinking, and Problem-Solving. However, field data indicate that students' 4C skills, particularly critical thinking, are still not optimal. Therefore, this research aims to develop an interactive PjBL-based e-module on biological technology innovation to train students' critical thinking skills and assess its feasibility in terms of validity, practicality, and effectiveness. This research employs the 4D model in its development which includes Define, Design, Develop, and Disseminate. The validity of the e-module was assessed based on media evaluation results provided by three validators: a subject-matter expert, a media expert, and a biology teacher, using a standardized e-module validation instrument. The practicality of the e-module was evaluated through five aspects: student and teacher response questionnaires, the implementation of student activities, project assessments, and the alignment of students' answers with the assessment criteria in the e-module. The effectiveness of the e-module was measured based on the N-gain score and students' post-test mastery. The data analysis showed that the e-module was deemed very valid with a percentage of 96.4% in the very practical category with percentages of 97.2% on the student response questionnaire, 97.5% on the teacher response questionnaire, 94% on student activity implementation, 97.5% on project assessment, and 96% on the completion of e-module questions. The effectiveness of the e-module in training critical

Musdalifah, Ayu Tri dan Trimulyono, Guntur: Pengembangan *E-Module* Berbasis PjBL



thinking skills achieved an average N-gain score of 77.2%, with a post-test completion rate of 92%, categorized as effective. Based on these results, the interactive e-module based on PjBL with biotechnology innovation material is declared suitable for use and effective in training students' critical thinking skills, considering its validity, effectiveness, and practicality.

Keywords: Educational Research, Upper Secondary School, Interative E-Module, Project Based Learning, Innovation

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu proses yang dilakukan secara sadar dan terencana untuk menciptakan lingkungan belajar yang mendorong peserta didik agar aktif dalam mengembangkan seluruh potensinya. Proses ini mencakup pengembangan dimensi spiritual, kemampuan pengendalian diri, pembentukan karakter, intelektualitas, akhlak mulia, serta keterampilan yang dibutuhkan baik oleh individu maupun masyarakat, bangsa, dan negara. Hal ini sejalan dengan ketentuan tentang Sistem Pendidikan Nasional yang dimuat dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Pasal 1 Ayat 1. Dengan demikian, pendidikan memegang peran penting dalam membentuk individu untuk kehidupan masa depan.

Pada abad ke-21, pendidikan berkembang dengan menekankan pada pengembangan keterampilan kritis yang dikenal sebagai 4C, yaitu *Creativity, Communication skill, Critical Thinking* dan *Problem Solving* (Kemdikbud, 2017). Di antara keterampilan ini, berpikir kritis merupakan salah satu tuntutan kemampuan 4C yang harus dimiliki siswa dengan enam indikator, yaitu interpretasi, analisis, eksplanasi, inferensi, evaluasi, dan regulasi diri (Facione, 2013). Keterampilan ini mendasar bagi siswa untuk mengolah informasi secara efektif dan bersaing di era yang ditandai oleh kemajuan teknologi dan informasi yang cepat.

Menurut Oktariani dan Ekadiansyah (2020), keterampilan dalam literasi memiliki keterkaitan dengan keterampilan berpikir kritis, literasi seperti membaca dan menyimak infomasi, dapat melatih suatu individu dalam menganalisis dan menciptakan penyelesaian dengan tepat serta mengantarkan pada kesimpulan yang terbaik.

Namun, *Program for International Student Assessment* (PISA) 2018 menunjukkan bahwa Indonesia berada di peringkat 74 dari 80 negara, dengan skor rata-rata membaca 371 dibandingkan rata-rata OECD 487, dan skor sains 396 dibandingkan rata-rata OECD 489 (Kemdikbud, 2019). Dalam survei PISA 2022, Indonesia mengalami sedikit peningkatan, berada di peringkat 68 dari 81 negara. Namun, skor rata-rata membaca turun menjadi 359, dan skor sains turun menjadi 383, keduanya di bawah rata-rata OECD (Kemdikbud, 2023). Statistik ini menunjukkan tantangan yang terus-menerus dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis di kalangan

siswa Indonesia, sebagaimana didukung oleh studi Jayanti *et al.* (2019), Sholikhah dan Zahrotin (2021), Ferazona *et al.* (2021), dan Muharni *et al.* (2019) yang mengungkapkan bahwa banyak siswa di Indonesia masih belum mencapai tingkat optimal dalam kemampuan berpikir kritis mereka.

Untuk mengatasi masalah ini, pendekatan *Student-Centered Learning* (SCL), khususnya *Project-Based Learning* (PjBL), menawarkan solusi yang menjanjikan. PjBL memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam dan pengembangan keterampilan melalui penciptaan proyek, yang mendorong berpikir kritis, kolaborasi, dan kreativitas (Sani, 2019). Model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) terbukti secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA, sekaligus mendorong kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas. Penelitian oleh Kimani (2024) menunjukkan bahwa melalui proyek dunia nyata, siswa dilatih untuk menganalisis informasi, menyelesaikan masalah kompleks, dan menerapkan pengetahuan. Hal ini sejalan dengan temuan Hikmah *et al.* (2016) dan Purba *et al.* (2023), yang menyatakan bahwa PjBL lebih efektif dibandingkan metode tradisional dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Keterampilan berpikir kritis sangat diperlukan dalam mempelajari materi Biologi, terutama pada materi Inovasi Teknologi Biologi (Bioteknologi). Materi ini mengintegrasikan ilmu biologi dan teknologi untuk kebaikan masyarakat, namun banyak siswa masih kesulitan memahami konsep dasar, seperti proses pembuatan bioteknologi konvensional dan modern (Nugraini dan Amelia, 2023). Bioteknologi membutuhkan analisis mendalam dan solusi atas permasalahan, sehingga keterampilan berpikir kritis dinilai penting dalam prosesnya (Azizah *et al.*, 2022).

Kemampuan berpikir kritis dapat dilatih melalui perkembangan era digital yang mendorong siswa dan guru memanfaatkan teknologi, seperti media elektronik, dalam pembelajaran. Sri Wahyuningsih (2022) menekankan pentingnya mengadvokasi akses sumber belajar digital bagi siswa. Penelitian Kurniawati (2020) dan Harmain *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penggunaan media elektronik untuk belajar meningkatkan hasil dan prestasi siswa, sedangkan penggunaan untuk hiburan menurunkan keduanya.

Musdalifah, Ayu Tri dan Trimulyono, Guntur: Pengembangan E-Module Berbasis PjBL



Salah satu media yang efektif untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis adalah *e-module* interaktif. *E-module* memiliki berbagai keunggulan, seperti memungkinkan siswa belajar mandiri, menyajikan materi lengkap, mudah diakses melalui perangkat elektronik, dan ramah pengguna (Depdiknas, 2008). Penelitian Amalia *et al.* (2023) juga membuktikan bahwa *e-module* berbasis PjBL valid dan efektif untuk melatihkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan pemaparan di atas, peneliti terdorong untuk mengembangkan *e-module* interaktif berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada materi Inovasi Teknologi Biologi untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X SMA. *E-module* ini akan menggunakan *Heyzine Flipbook Maker*, yang dilengkapi fitur membalik halaman dengan efek suara, memberikan pengalaman seperti membaca modul cetak. Selain itu, *e-module* interaktif ini juga akan menyertakan elemen multimedia seperti gambar, teks, video, dan soal-soal, sehingga memudahkan siswa dalam memahami materi.

Setiap sintaks dalam *e-module* akan diintegrasikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis menurut Facione (2013). Penelitian ini memiliki tujuan untuk menghasilkan *e-module* interaktif berbasis PjBL yang layak digunakan, ditinjau dari aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas dalam melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan menggunakan model 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan, *et al.* (1974). Model 4D terdiri dari empat tahap: *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Pada tahap *define* dilakukan analisis kurikulum, siswa, konsep, dan tugas untuk spesifikasi tujuan pembelajaran. Pada tahap *design* dilakukan pembuatan rancangan awal *e-module* yang menghasilkan draf I. pada tahap *develop*, rancangan awal atau draf I yang telah dirancang kemudian direvisi sesuai dengan saran pengujian menghasilkan draf II kemudian divalidasi dan direvisi kembali untuk menghasilkan draf III. Draf III kemudian diujicobakan secara terbatas untuk mengetahui hasil penerapan *e-module* yang dikembangkan secara nyata. Data yang telah diperoleh kemudian diolah hingga didapatkan kesimpulan. Tahap *disseminate* atau penyebarluasan dilakukan dengan menyebarluaskan hasil penelitian dalam bentuk artikel. Model ini sederhana dan terstruktur, serta dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai media pembelajaran (Arkadiantika, 2020). Penelitian ini

Musdalifah, Ayu Tri dan Trimulyono, Guntur: Pengembangan E-Module Berbasis PjBL

diujicobakan secara terbatas pada siswa-siswi SMA Negeri 15 Surabaya kelas X-2 tahun ajaran 2024/2025. Waktu penelitian berada pada rentang waktu bulan Januari 2024 hingga Januari 2025. Sedangkan uji coba terbatas media pembelajaran *e-module* dilaksanakan pada 18-20 Desember 2024 bertempat di SMA Negeri 15 Surabaya.

Metode pengambilan data yang dilakukan untuk mendapatkan nilai validitas, kepraktisan, dan efektivitas *e-module* terdiri atas lima metode. Metode validasi untuk mendapatkan nilai validitas atau kelayakan. Nilai kepraktisan didapatkan melalui metode angket yang berisi angket respon guru dan siswa, metode non-tes yang berisi penilaian proyek dan hasil pengerjaan soal-soal dalam *e-module*, metode observasi yang berisi pengamatan keterlaksanaan aktivitas siswa. sedangkan nilai efektivitas didapatkan dari metode tes yang berisi *pre-test* dan *post-test*. Validasi media dilakukan oleh dua dosen biologi dan satu guru mata pelajaran biologi dengan memberikan nilai pada lembar validasi menggunakan skala likert 1-4 berdasarkan rincian nilai 1 = kurang baik, 2 = cukup baik, 3 = baik, dan 4 = sangat baik. Skor validasi yang diberikan ketiga dosen kemudian dihitung persentase skor rata-ratanya menggunakan rumus berikut:

$$P \text{ skor validasi\%} = \frac{\Sigma \text{skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots(1)$$

Selain validasi media, soal yang digunakan juga divalidasi. Hasil validasi kemudian dihitung untuk mengetahui rata-rata skor validasi soal *pre-test* atau *post-test* menggunakan rumus berikut:

$$\text{rata - rata skor validasi soal pretest/posttest} = \frac{\Sigma \text{total skor seluruh aspek}}{\Sigma \text{jumlah aspek}} \dots(2)$$

Penentuan persentase skor rata-rata validasi keseluruhan aspek penilaian dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P \text{ skor validasi\%} = \frac{\Sigma \text{skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots(3)$$

Hasil skor kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria berikut:

Tabel 1. Kriteria nilai validasi soal dan media pembelajaran

Percentase (%)	Kriteria
82-100	Sangat Valid
63-81	Valid
44-62	Kurang valid
25-43	Tidak Valid

(Sugiyono, 2016)

Media akan dianggap valid apabila memperoleh nilai $\geq 63\%$.

Kepraktisan *e-module* dinilai berdasarkan nilai yang didapatkan dari beberapa aspek, aspek pertama adalah angket respon siswa dan guru menggunakan skala likert 1-4 berdasarkan rincian nilai 1 = kurang baik, 2 = cukup



baik, 3 = baik, dan 4 = sangat baik. Hasil angket dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P \text{ respon\%} = \frac{\Sigma \text{skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (4)$$

Aspek kedua yaitu hasil observasi menggunakan skala Guttman dengan memberikan tanda cek/centang pada kolom "Ya" atau "Tidak". Nilai hasil observasi dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Aktivitas Siswa} = \frac{\Sigma \text{skor jawaban "Ya"}}{\Sigma \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (5)$$

Aspek ketiga yaitu hasil proyek menggunakan skor 1-4 sesuai dengan banyaknya kriteria yang terpenuhi pada tiap aspek yang tercantum pada rubrik penilaian dengan rincian nilai 1=tidak ada kriteria yang terpenuhi, 2=satu kriteria terpenuhi, 3= dua kriteria terpenuhi, dan 4= seluruh kriteria terpenuhi. Hasil yang didapatkan kemudian dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{Penilaian Proyek} = \frac{\Sigma \text{skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (6)$$

Aspek keempat yaitu hasil pengajaran soal-soal pada *e-module* juga menggunakan skor 1-4 dalam penilaianya. Setiap soal memiliki kriteria penilaian yang telah dituangkan dalam rubrik penilaian. Rincian nilai pada aspek ini sama dengan aspek hasil proyek. Hasil yang didapatkan kemudian dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{Hasil Pengajaran} = \frac{\Sigma \text{skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (7)$$

Nilai yang didapatkan tiap aspek kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria berikut:

Tabel 2. Kriteria Nilai Kepraktisan Media Pembelajaran

Percentase (%)	Kriteria
82-100	Sangat Praktis
63-81	Praktis
44-62	Kurang Praktis
25-43	Tidak Praktis

(Sugiyono, 2016).

Media akan dianggap praktis apabila memperoleh nilai $\geq 63\%$.

Efektivitas media diperoleh dari persentase ketuntasan *post-test*, hasil penghitungan skor N-gain *pre-test* dan *post-test* siswa, dan persentase ketuntasan indikator berpikir kritis yang diujikan melalui soal *post-test*. Siswa dinyatakan tuntas apabila mendapatkan nilai ≥ 75 . Persentase ketuntasan setiap indikator berpikir kritis dihitung melalui rumus berikut.

$$\% \text{Ketuntasan indikator berpikir kritis} = \frac{\Sigma \text{siswa menjawab benar tiap indikator}}{\Sigma \text{maksimal siswa menjawab benar tiap indikator}} \times 100\% \dots (8)$$

Hasil perhitungan kemudian diinterpretasikan ke dalam kriteria ketuntasan indikator berpikir kritis pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kriteria ketuntasan indikator berpikir kritis

Percentase (%)	Kriteria
81-100	Sangat Tinggi
61-80	Tinggi

Musdalifah, Ayu Tri dan Trimulyono, Guntur: Pengembangan E-Module Berbasis PjBL

Percentase (%)	Kriteria
41-60	Sedang
21-40	Rendah
0-20	Sangat Rendah

(Aqib, 2009)

Indikator berpikir kritis dinyatakan tuntas apabila mendapatkan skor persentase sebesar $\geq 61\%$ dalam kategori tinggi. Kemudian, besarnya peningkatan ketuntasan setiap indikator akan dihitung melalui rumus berikut.

$$\% \text{Peningkatan Ketuntasan Indikator} = \frac{\Sigma \text{jawaban posttest} - \Sigma \text{jawaban benar pretest}}{\Sigma \text{jawaban benar posttest}} \times 100\% \dots (9)$$

Persentase ketuntasan *post-test* dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{Ketuntasan post-test} = \frac{\Sigma \text{siswa tuntas}}{\Sigma \text{total siswa}} \times 100\% \dots (10)$$

Peningkatan hasil *post-test* dibandingkan dengan hasil *pre-test* atau nilai N-gain dihitung dengan menggunakan rumus yang merujuk pada Sukarelawan *et al.* (2024) sebagai berikut:

$$N\text{gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}} \dots (11)$$

Nilai N-gain yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam kriteria berikut:

Tabel 4. Kriteria gain ternormalisasi (N-gain)

Nilai N-gain	Interpretasi
$0,70 \leq g \leq 1,00$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$0,00 < g < 0,30$	Rendah
$g=0,00$	Tidak terjadi peningkatan
$-1,00 \leq g < 0,00$	Terjadi penurunan

Tingkat keefektifan didapatkan dari persentase ketuntasan *post-test* yang diinterpretasikan menggunakan kriteria berikut.

Tabel 5. Kriteria penentuan tingkat keefektifan

Percentase (%)	Interpretasi
0-24	Tidak Efektif
25-49	Kurang Efektif
50-74	Cukup Efektif
75-100	Efektif

(Riduwan, 2013)

Media akan dianggap efektif apabila memperoleh nilai ≥ 75 .

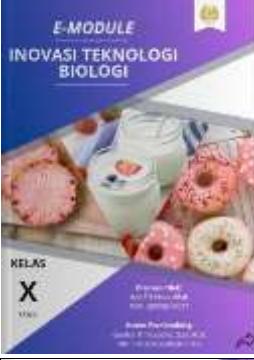
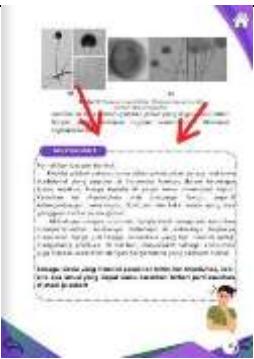
HASIL DAN PEMBAHASAN

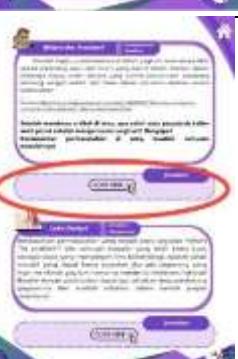
Penelitian ini menggunakan metode pengembangan 4D untuk menghasilkan *e-module* interaktif berbasis PjBL pada materi inovasi teknologi biologi, yang bertujuan melatihkan keterampilan berpikir kritis pada siswa kelas X SMA. Produk *e-module* ini dapat diakses melalui smartphone atau laptop, berisi materi bioteknologi dengan teks, gambar, video, soal, dan kegiatan praktikum, seperti pembuatan yoghurt dari susu kacang-kacangan. Praktikum ini dirancang untuk melatih indikator berpikir kritis sesuai Facione (2013). *E-module* telah disesuaikan



dengan kriteria isi, tampilan, bahasa, indikator berpikir kritis, dan karakteristik PjBL.

Tabel 6. Tampilan e-module

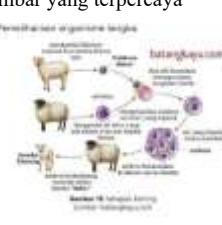
No.	Tampilan e-module	Keterangan
1		Cover depan e-module berisi gambar yang berkaitan materi
2.		Petunjuk penggunaan e-module, berisi tata cara penggunaan e-module
3.		Petunjuk penggunaan simbol, berisi simbol-simbol yang digunakan pada e-module dan keterangannya
4.		Materi disisipi soal untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa

No.	Tampilan e-module	Keterangan
5.		Contoh soal, agar siswa mengetahui apa saja yang dibutuhkan dalam menjawab soal pada kegiatan
6.		Kegiatan sudah terintegrasi model pembelajaran PjBL
7.		Kegiatan sudah terintegrasi indikator berpikir kritis
8.		Kolom jawaban ter-link pada lembar jawaban

No.	Tampilan e-module	Keterangan
9.		Glosarium, agar lebih mudah memahami istilah ilmiah
10.		Gambar pop-up dan video yang bisa diputar

Rancangan awal *e-module* (*draft I*) mendapat masukan dari dosen pembimbing dan penguji, menghasilkan *draft* yang telah direvisi dan siap diseminarkan dan divalidasi (*draft II*).

Tabel 7. Hasil revisi *e-module* setelah seminar proposal

No.	Tampilan e-module	Keterangan
1	Belum mencantumkan peta konsep	Sudah mencantumkan peta konsep 
2.	Belum menyertakan sumber gambar yang terpercaya	Sudah menyertakan sumber gambar yang terpercaya 
3.	Terdapat gambar yang belum ada sumbernya	Sudah menyertakan sumber gambar

No.	Tampilan e-module	Keterangan
		
4.	Belum diarahkan untuk membuat inovasi pada bahan dasarnya	Sudah diarahkan untuk membuat inovasi pada bahan dasarnya 

Uji Validitas *e-module* berbasis PjBL

E-module yang telah direvisi kemudian divalidasi oleh validator untuk mengetahui kelayakannya. Hasil validasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8. Hasil validasi *e-module*

No.	Aspek yang dinilai	Skor			Rata-rata	Kategori
		V1	V2	V3		
Isi						
1.	Materi yang disampaikan sesuai dengan capaian pembelajaran	3	4	3	3,33	SB
2.	Materi yang disampaikan sesuai dengan tema/topik pembahasan	4	4	4	4	SB
3.	Komponen yang digunakan dalam <i>e-module</i> akurat	4	4	4	4	SB
4.	Penyajian materi dalam <i>e-module</i> jelas dan mudah dipahami	3	4	4	3,67	SB
5.	<i>E-module</i> mudah digunakan	4	4	4	4	SB
Tampilan						
6.	Desain sampul <i>e-module</i> menarik dan memberikan kesan pertama yang baik	4	4	4	4	SB
7.	Desain isi <i>e-module</i> konsisten dan menarik	4	3	4	3,67	SB
8.	Gambar dan video yang sisipkan sesuai dan menunjang materi yang disampaikan	4	3	4	3,67	SB
9.	Warna, jenis dan ukuran huruf sesuai sehingga materi dapat dibaca dengan mudah dan jelas	4	3	4	3,67	SB
10	Simbol yang digunakan sesuai dan mudah dipahami	4	4	4	4	SB
Karakteristik <i>e-module</i> berbasis PjBL						
11.	<i>E-module</i> membimbing siswa dalam mengidentifikasi	4	4	4	4	SB

No.	Aspek yang dinilai	Skor			Rata -rata	Kategori
		V1	V2	V3		
	permasalahan dan merumuskan masalah melalui kegiatan "What's The Problem?"					
12.	E-module membimbing siswa dalam membuat rancangan/desain proyek melalui contoh soal dan kegiatan "Let's Design!"	4	4	4	4	SB
13.	E-module membimbing siswa dalam menyusun jadwal pengerjaan proyek melalui kegiatan "How's Your Strategy?"	4	4	4	4	SB
14.	E-module memfasilitasi siswa dan guru dalam mencatat atau memonitor kemajuan pengerjaan proyek pada kegiatan "How's Your Progress?"	4	4	4	4	SB
15.	E-module membimbing siswa dalam menguji hasil proyek (produk) pada kegiatan "How's Your Result?"	4	4	4	4	SB
16.	E-module membimbing siswa dalam mengevaluasi hasil proyeknya dan menarik kesimpulan melalui kegiatan "Let's Evaluate!"	4	4	4	4	SB

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis (Facione, 2013)

17.	Pertanyaan yang disisipkan pada e-module membantu siswa dalam melatih keterampilan berpikir kritisnya	4	4	4	4	SB
18.	E-module dapat melatihkan indikator Interpretasi dan analisis melalui kegiatan "What's The Problem?"	4	4	4	4	SB
19.	E-module dapat melatihkan keterampilan berpikir kritis analisis dan eksplanasi melalui kegiatan "Let's Design!"	4	4	4	4	SB
20.	E-module dapat melatihkan keterampilan berpikir kritis analisis dan eksplanasi melalui kegiatan "How's Your Strategy?"	4	4	4	4	SB
21.	E-module dapat melatihkan keterampilan berpikir kritis analisis, evaluasi, dan eksplanasi melalui kegiatan "How's Your Progress?"	4	4	4	4	SB
22.	E-module dapat melatihkan keterampilan berpikir kritis analisis dan eksplanasi	4	3	4	3,67	SB

No.	Aspek yang dinilai	Skor			Rata -rata	Kategori
		V1	V2	V3		
	melalui kegiatan "How's Your Result?"					
23.	E-module dapat melatihkan keterampilan berpikir kritis evaluasi dan inferensi (menyimpulkan) melalui kegiatan "Let's Evaluate!"	3	4	4	3,67	SB
24.	E-module dapat melatihkan keterampilan berpikir kritis regulasi diri melalui kegiatan "Let's Reflect!"	3	3	4	3,33	SB
Bahasa						
25.	e-module menggunakan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan sesuai	3	4	3	3,33	SB
26.	Penggunaan kosakata dan istilah dengan baik	4	4	4	4	SB
27.	Perintah atau instruksi yang digunakan dalam e-module mudah dipahami	4	4	4	4	SB
Total Skor						104,01
Rata-rata						3,85
Persentase (%)						96,4
Kategori						Sangat Valid

Keterangan:

V: Validator

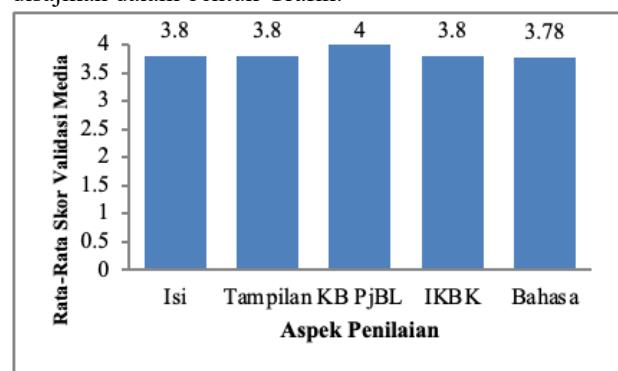
V1: Prof. Dr. Isnawati, M.Si

V2: Dra. Evie Ratnasari, M.Si

V3: Hery Triwahyudi, S.Pd

SB: Sangat Baik

Berdasarkan tabel hasil validasi e-module di atas, didapatkan hasil bahwa e-module interaktif berbasis PjBL pada materi inovasi teknologi biologi memperoleh persentase sebesar 96,3% dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 3,85 ditinjau dari aspek isi, tampilan, bahasa, karakteristik berpikir e-module berbasis *project based learning*, dan indikator berpikir kritis menurut Facione (2013) dinilai sangat valid dan dapat digunakan untuk menunjang proses pembelajaran. Berikut apabila disajikan dalam bentuk Grafik:


Gambar 1. Hasil validasi media


Validator juga memberikan beberapa saran dan masukan pada media yang kemudian direvisi dan didapatkan *draft III* (setelah validasi).

Tabel 8. Hasil revisi *e-module* setelah validasi

No.	Sebelum validasi	Setelah validasi
1	Terdapat kesalahan dalam penulisan pada kata "mengawinkan silang"	Penulisan sudah diperbaiki menjadi "mengawin silangkan" (belum yg mengawin silangkan di hidroponik)
2.	Simbol indikator berpikir kritis pada kegiatan belum diberi keterangan	Simbol indikator berpikir kritis pada kegiatan sudah diberi keterangan
3.	Sub-materi perbedaan bioteknologi konvensional dan modern diubah menjadi pertanyaan saja	Sub-materi perbedaan bioteknologi konvensional dan modern sudah diubah menjadi pertanyaan
4.	Tujuan pembelajaran belum menonjolkan masalah yang diangkat.	Tujuan pembelajaran sudah menonjolkan masalah yang diangkat yaitu intoleransi laktosa.

Hasil validasi *e-module* berbasis PjBL menunjukkan bahwa produk ini tergolong sangat valid pada lima aspek yang dievaluasi. Pada aspek isi, *e-module* memperoleh skor rata-rata 3,8 dengan kategori sangat valid. Aspek ini mencakup kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran (CP), keakuratan sumber, penyajian materi, dan kemudahan penggunaan. Peningkatan diperlukan pada penonjolan masalah intoleransi laktosa dalam tujuan pembelajaran dan pemberian instruksi untuk membuka glosarium, yang dapat memudahkan siswa dalam memahami istilah sulit. Pada aspek tampilan, *e-module* mendapatkan skor rata-rata 3,8 dengan kategori sangat valid. Desain sampul, isi, gambar, video, warna, dan ukuran huruf dinilai cukup baik. Namun, beberapa gambar dinilai buram, dan ukuran huruf kurang besar saat diakses melalui smartphone. Penambahan gambar dan video berkualitas baik dapat meningkatkan motivasi belajar siswa dan memudahkan penyampaian materi (Amunallah, 2020). Selain itu, penelitian oleh Fauzi *et al.* (2023) menunjukkan bahwa faktor keterbacaan teks, seperti ukuran, warna, dan jenis huruf, memengaruhi pemahaman siswa terhadap isi materi. Semakin tinggi keterbacaan teks, semakin tinggi pula pemahaman siswa.

Aspek karakteristik PjBL memperoleh skor rata-rata 4, menunjukkan kesesuaian *e-module* dengan sintaks pembelajaran berbasis proyek, yaitu penentuan pertanyaan mendasar, perencanaan proyek, penyusunan jadwal, monitoring proyek, pengujian hasil, dan evaluasi

pengalaman (Widiasworo, 2017). Proyek utama pada *e-module*, yaitu pembuatan yoghurt nabati, relevan dengan masalah intoleransi laktosa sebagai alternatif yoghurt berbasis susu sapi (Indira, 2023). Pada aspek indikator keterampilan berpikir kritis menurut Facione (2013), *e-module* memperoleh skor rata-rata sebesar 3,8 dan tergolong kedalam kategori sangat valid. *E-module* berhasil melatihkan keterampilan analisis, interpretasi, evaluasi, eksplanasi, inferensi, dan regulasi diri melalui berbagai kegiatan. Namun, perlu perbaikan pada instruksi untuk membimbing siswa lebih baik dalam menganalisis hasil uji organoleptik dan mengevaluasi produk.

Pada aspek bahasa, *e-module* mendapatkan skor rata-rata 3,78 dengan kategori sangat valid. Bahasa Indonesia yang digunakan dinilai baik dan sesuai, tetapi masih terdapat kesalahan ejaan, seperti pada istilah "mengawinkan silang" yang seharusnya "mengawin silangkan." Kesalahan ejaan dapat memengaruhi keterbacaan dan pemahaman siswa terhadap teks (Kurniasari *et al.*, 2018). Secara keseluruhan, *e-module* berbasis PjBL ini telah memenuhi kriteria validitas dengan beberapa rekomendasi perbaikan untuk penyempurnaan.

Selain itu, soal yang digunakan juga divalidasi untuk dinilai kelayakannya sebelum diterapkan pada siswa. Berikut adalah hasil validasi soal *pre-test* dan *post-test*.

Tabel 9. Hasil validasi soal *pre-test* dan *post-test*

No.	Aspek	Rata-rata skor				Rata-rata	
		Pre-test		Post-test			
		V1	V2	V1	V2		
1	Soal sesuai indikator CP	3,67	4	3,92	4	3,90	
2	Soal sesuai indikator berpikir kritis yang dilatihkan	3,92	4	3,83	4	3,94	
3	Data yang disajikan dapat membantu pemahaman soal	3,92	4	4	4	3,98	
4	Soal berada pada level kognitif yang tepat	3,92	4	3,93	4	3,96	
5	Soal menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami	4	3,83	4	3,75	3,90	
6	Soal menggunakan instruksi yang jelas dan tidak multitafsir	4	4	4	4	4	
Rata-Rata Seluruh Aspek		3,94		3,95		3,945	
Persentase Rata-Rata Seluruh Aspek		98,5%		98,7%		98,6%	
Kategori		Sangat valid					

Keterangan:

V: Validator

V1: Prof. Dr. Isnawati, M.Si

V2: Dra. Evie Ratnasari, M.Si



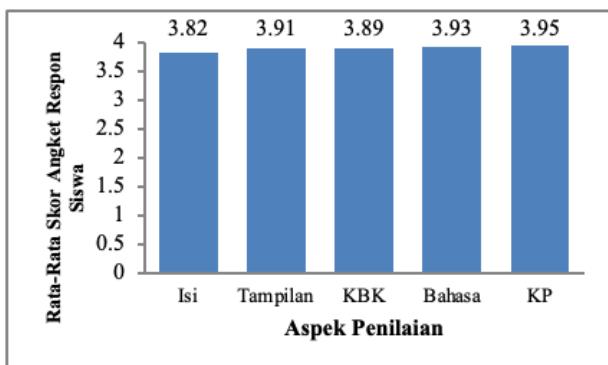
Hasil validasi soal pada Tabel 9 menunjukkan bahwa soal *pre-test* dan *post-test* berada dalam kategori sangat valid, dengan skor rata-rata masing-masing 3,94 (98,5%) dan 3,95 (98,7%). Secara keseluruhan, skor rata-rata adalah 3,945 (98,6%). Aspek dengan skor tertinggi adalah A6 (4,0) karena instruksi soal jelas dan tidak multitafsir, sementara aspek dengan skor terendah adalah A1 (soal sesuai indikator CP) dan A5 (bahasa soal jelas) dengan skor 3,9, karena beberapa soal masih memerlukan peningkatan kompleksitas dan perbaikan penulisan. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum soal sudah sangat baik, namun masih ada ruang untuk perbaikan kecil.

Uji Kepraktisan *e-module* berbasis PjBL

Kepraktisan *e-module* berbasis PjBL dinilai dari lima aspek, yaitu angket respon siswa dan guru, hasil observasi keterlaksanaan aktivitas siswa, penilaian hasil proyek, dan penilaian soal-soal pada *e-module*.

a. Angket Respon Siswa

Pengisian angket respon oleh siswa dilakukan setelah pembelajaran menggunakan *e-module*, atau setelah pembelajaran berakhir. Siswa memberikan nilai 1-4 pada setiap kriteria. *E-module*. Hasil angket respon siswa dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Hasil angket respon siswa

Keterangan:

KBK : Karakteristik Berpikir Kritis

KP : Kemudahan Penggunaan

Hasil perhitungan persentase dan rata-rata keseluruhan aspek pada angket respon dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Rekapitulasi hasil angket respon siswa

Rekapitulasi Hasil Angket Respon Siswa	Hasil Perhitungan	Kategori
Rata-rata	3,89	Sangat Setuju
Persentase (%)	97,2	Sangat Praktis

Kepraktisan *e-module* dalam penelitian ini dinilai melalui angket respons siswa yang mencakup 28 pernyataan dalam lima kategori: isi, tampilan, karakteristik berpikir kritis, bahasa, dan kemudahan

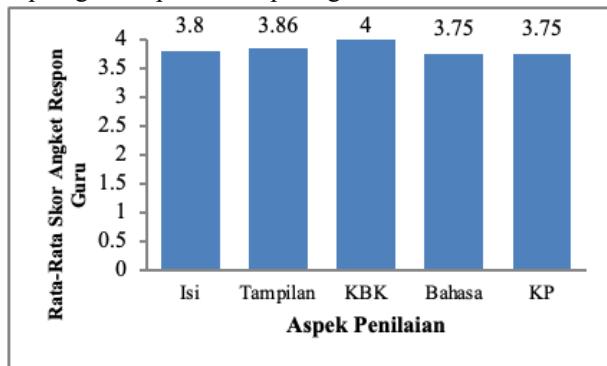
penggunaan. Angket menggunakan skala 1-4 (sangat tidak setuju hingga sangat setuju). Hasil menunjukkan rata-rata nilai 3,89 dengan persentase 97,2%, termasuk kategori sangat praktis.

Aspek isi, yang terdiri dari sembilan pernyataan, memperoleh rata-rata 3,82 (sangat praktis). Pernyataan nomor 9, mengenai preferensi siswa menggunakan *e-module* dibanding mendengarkan guru, mendapat skor rata-rata terendah (3,72). Meskipun siswa lebih senang belajar dengan *e-module*, sebagian tetap menyukai penjelasan guru, yang dianggap lebih mudah dan praktis, didukung oleh kebiasaan literasi siswa yang masih rendah (Sari, 2018). Literasi adalah kemampuan membaca, menulis, dan berpikir untuk memahami informasi secara kritis, kreatif, dan inovatif (Suyono *et al.*, 2017).

Aspek dengan rata-rata tertinggi adalah kemudahan penggunaan (3,95). Pernyataan nomor 27 dan 28 mendapatkan skor sempurna (4), menunjukkan bahwa petunjuk penggunaan *e-module* dan aksesibilitasnya melalui perangkat elektronik memudahkan siswa dalam belajar. Hal ini sejalan dengan Sholeh *et al.* (2023), yang menekankan pentingnya petunjuk penggunaan dalam memanfaatkan *e-module*, dan Wulandari *et al.* (2021), yang menyampaikan bahwa *e-module* sebagai media praktis yang mengurangi penggunaan kertas dan mendukung akses melalui berbagai perangkat elektronik.

b. Angket Respon Guru

Pengisian angket respon guru dilakukan oleh satu guru mata pelajaran biologi SMAN 15 Surabaya dengan memberikan nilai 1-4 pada setiap kriteria. Hasil angket respon guru dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Hasil angket respon guru

Keterangan:

Guru Penilai: Hery Triwahyudi, S.Pd

KBK : Karakteristik Berpikir Kritis

KP : Kemudahan Penggunaan

Hasil perhitungan persentase dan rata-rata keseluruhan aspek pada angket respon guru dapat dilihat pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Rekapitulasi hasil angket respon guru

Rekapitulasi Hasil Angket Respon Guru	Hasil Perhitungan	Kategori
Rata-rata	3,83	Sangat Setuju
Percentase (%)	95,7	Sangat Praktis

Kepraktisan *e-module* juga dinilai melalui angket respons guru yang mencakup 42 pernyataan dalam lima kategori: isi, tampilan, karakteristik berpikir kritis, bahasa, dan kemudahan penggunaan. Angket menggunakan skala 1-4 (sangat tidak setuju hingga sangat setuju). Hasil menunjukkan skor total 161 dari 168, dengan skor rata-rata sebesar 3,83 dan skor persentase sebesar 95,8%, yang termasuk dalam kategori sangat praktis.

Aspek isi, terdiri dari 15 pernyataan, mendapatkan skor rata-rata 3,80 (sangat praktis). Aspek tampilan, terdiri dari tujuh pernyataan, memperoleh rata-rata 3,86 (sangat praktis). Aspek karakteristik berpikir kritis memiliki skor tertinggi dengan rata-rata 4, mencerminkan bahwa fitur seperti "Let's Design!" dirancang dengan baik untuk melatih keterampilan berpikir kritis, khususnya analisis dan eksplanasi. Hal ini mendukung pandangan bahwa pengembangan berpikir kritis memerlukan proses pembelajaran berkelanjutan (Hasan *et al.*, 2022).

Aspek bahasa dan kemudahan penggunaan, masing-masing dengan rata-rata 3,75, merupakan yang terendah. Pada aspek bahasa, beberapa kalimat pada *e-module* masih terdapat kesalahan ejaan, seperti "konvensiona" seharusnya "konvensional." Selain itu, instruksi dalam fitur "Let's Design!" kurang rinci terkait komponen yang harus ditulis dalam rancangan proyek. Pada aspek kemudahan penggunaan, pernyataan nomor 42 mendapatkan skor 3, karena akses *e-module* memerlukan koneksi internet. Keterbatasan ini menjadi kelemahan, sebagaimana disampaikan oleh Hutahean dan Siswandari (2019), bahwa *e-module* memerlukan perangkat dengan akses internet agar dapat digunakan secara maksimal.

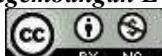
Secara keseluruhan, *e-module* ini dinilai sangat praktis berdasarkan tanggapan guru, terutama dalam melatih keterampilan berpikir kritis melalui fitur interaktif yang dirancang dengan baik.

c. Keterlaksanaan Aktivitas Siswa

Observasi keterlaksanaan aktivitas siswa sesuai dengan sintaks PjBL. Setiap tahap kegiatan yang dilakukan telah diintegrasikan dengan indikator berpikir kritis yang akan dilatihkan. Kegiatan observasi dilakukan di SMAN 15 Surabaya dengan jumlah siswa 25 orang yang dibagi dalam 5 kelompok dengan diamati oleh satu orang *observer* di tiap kelompok. Hasil observasi keterlaksanaan aktivitas siswa dapat dilihat pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Keterlaksanaan aktivitas siswa

No.	Aktivitas Siswa	Jawaban "Ya"					
		O1	O2	O3	O4	O5	Total
1.	Peserta didik memperhatikan guru saat memberikan materi pengantar	5	5	5	5	5	25
2.	Peserta didik membaca petunjuk penggunaan <i>e-module</i> dan petunjuk penggerakan soal dengan seksama	5	5	5	5	5	25
3.	Peserta didik melakukan kegiatan pada <i>e-module</i> secara berkelompok	5	5	5	5	5	25
4.	Peserta didik berdiskusi mencari informasi terkait proyek yang akan mereka lakukan untuk memecahkan masalah yang disajikan	4	5	5	4	4	22
5.	Peserta didik mendesain perencanaan proyek bersama teman sekelompoknya berdasarkan analisis informasi yang mereka dapatkan	4	4	4	5	5	22
6.	Peserta didik menyusun strategi dalam mengatur jadwal penggerakan proyek sesuai dengan waktu dan aturan yang dibuat	5	5	5	5	5	25
7.	Peserta didik melakukan proyek yang telah dirancang dan mengisi tabel kemajuan proyeknya pada <i>google docs</i> yang telah disediakan.	5	5	5	5	5	25
8.	Peserta didik berdiskusi untuk menjawab pertanyaan yang ada pada <i>e-module</i> berdasarkan analisis hasil proyeknya	4	4	5	4	4	21
9.	Peserta didik dapat menganalisis kekurangan dan kelebihan hasil proyeknya.	5	5	4	5	4	23



No.	Aktivitas Siswa	Jawaban "Ya"					
		O1	O2	O3	O4	O5	Total
10.	Peserta didik dapat merefleksi dan menilai pengalaman dalam kegiatan proyek yang telah dilakukan.	5	5	4	3	5	22
Total Skor		235					
Percentase (%)		94%					
Kategori		Sangat Praktis					

Keterangan:

O: *Observer*

O1: Anggieta Wahyu Saputri

O2: Alissa Dyah Paramitha Putri P.

O3: Nita Avilia Permatasari

O4: Wardah Amalia S.M

O5: Irakiya Ainun Uzma

Selain mengisi tabel keterlaksanaan aktivitas siswa, para *observer* juga memberikan kritik dan saran terhadap kegiatan pembelajaran menggunakan *e-module* interaktif berbasis PjBL pada tabel 13 berikut.

Tabel 13. Kritik dan saran keterlaksanaan aktivitas siswa

No.	Kritik dan Saran
1	Manajemen waktu lebih diperhatikan lagi
2	Sebaiknya guru melakukan manajemen waktu dengan lebih baik lagi agar pembelajaran dapat berjalan dengan efektif dan efisien
3	Alat praktikum sebaiknya satu kelompok satu agar waktu yang digunakan lebih efisien
4	Batasan waktu harus lebih jelas
5	Alat praktikum digunakan secara bergantian sehingga waktu untuk menyelesaikan lebih lama.

Kepraktisan *e-module* dalam penelitian ini juga dinilai melalui observasi keterlaksanaan aktivitas siswa, yang dilakukan oleh lima *observer*. Setiap *observer* menilai satu kelompok siswa dengan memberikan tanda cek (jika kegiatan dilakukan) atau silang (jika tidak dilakukan). Hasil observasi menunjukkan total skor 235 dari 250, dengan persentase sebesar 94%, yang termasuk dalam kategori sangat praktis.

Aktivitas dalam *e-module* dirancang untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis, seperti pada kegiatan "Let's Design!" di mana siswa diminta berdiskusi, mencari informasi, dan menganalisisnya untuk memberikan solusi terhadap permasalahan yang disajikan. Keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan meliputi analisis dan eksplanasi (Facione, 2013). Observasi dilakukan dalam dua hari, dengan aktivitas 1-7 pada hari pertama dan 8-10 pada hari kedua. Beberapa aktivitas menunjukkan nilai 4, menandakan bahwa sebagian siswa tidak melaksanakan

Musdalifah, Ayu Tri dan Trimulyono, Guntur: Pengembangan E-Module Berbasis PjBL

tugas dengan baik. Faktor yang memengaruhi ketidaklaksanaan aktivitas antara lain minat yang kurang terhadap pelajaran dan lebih tertarik pada kegiatan fisik dibandingkan berpikir.

Mayoritas observer memberikan kritik terkait manajemen waktu, karena kegiatan praktikum yang melebihi estimasi waktu dan keterbatasan alat praktikum. Solusi yang disarankan termasuk memberikan batasan waktu yang lebih jelas dan menyediakan lebih banyak alat praktikum untuk mempercepat proses. Dengan nilai persentase 94%, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran, yang berkontribusi pada peningkatan pemahaman materi (Ginanjar *et al.*, 2019)

d. Hasil Penilaian Proyek

Penilaian proyek dilakukan selama kegiatan pembelajaran berlangsung dengan memberikan skor 1-4 pada tiap kelompok. Hasil penilaian proyek dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 14. Hasil penilaian proyek

No	Kriteria	Skor					Rata-rata*
		K1	K2	K3	K4	K5	
1.	Pengidentifikasi masalah	4	4	4	4	4	4
2.	Analisis Informasi penunjang proyek	3	4	4	4	4	3,8
3.	Penyusunan strategi	4	4	4	4	4	4
4.	Pengerjaan Proyek	4	4	4	4	4	4
5.	Keberhasilan Produk dan Kesimpulan Usulan Alternatif Solusi	4	4	3	3	4	3,6
6.	Regulasi diri	4	4	4	4	4	4
Rata-rata		3,8	4	3,8	3,8	4	3,9
Persentase (%)		97,5					
Kategori		Sangat Praktis					

Keterangan:

* : Rata-rata Skor K1-K5 Pada Tiap Aspek

K: kelompok

K1: Yoghurt Susu Kacang Almond

K2: Yoghurt Susu Kacang Kedelai

K3: Yoghurt Susu Kacang Hijau

K4: Yoghurt Susu Kacang Almond

K5: Yoghurt Susu Kacang Tanah

Kepraktisan *e-module* dalam penelitian ini juga dievaluasi melalui penilaian proyek yang berfokus pada enam kriteria yang telah diintegrasikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis, yaitu: pengidentifikasi



masalah, analisis informasi penunjang proyek, penyusunan strategi, pengerjaan proyek, keberhasilan produk dan kesimpulan usulan alternatif solusi, serta regulasi diri. Penilaian menggunakan skala 1-4 berdasarkan kriteria yang tercapai. Berdasarkan Tabel 14, nilai rata-rata keseluruhan kriteria adalah 3,9 dengan persentase 97,5%, yang tergolong sangat praktis.

Jika dilihat dari skor rata-rata per kriteria, kriteria pengidentifikasi masalah, penyusunan strategi, pengerjaan proyek, dan regulasi diri mendapatkan skor 4, sedangkan analisis informasi penunjang proyek memperoleh skor 3,8, dan keberhasilan produk serta kesimpulan usulan alternatif solusi memperoleh skor 3,6. Kriteria keberhasilan produk mendapat skor rendah karena dua kelompok, yakni kelompok 3 dan 4, tidak menyertakan alasan yang jelas mengenai keberhasilan produk dari segi rasa, aroma, tekstur, dan warna. Kriteria analisis informasi penunjang proyek juga mendapat skor rendah karena kelompok 1 tidak mencantumkan sumber informasi yang dapat dipercaya, seperti riset ilmiah atau wawancara dengan ahli. Informasi yang baik membantu pembaca memahami suatu hal, meyakinkan mereka terhadap isinya, serta mendukung analisis dan pengambilan keputusan (Pranata *et al.*, 2024).

e. Penilaian Soal-Soal Pada *E-Module*

Soal-soal pada *e-module* telah didesain untuk melatihkan enam indikator berpikir kritis menurut Facione dan diintegrasikan dengan sintaks PjBL. Soal-soal yang telah dikerjakan oleh peserta didik selama pembelajaran akan dikoreksi dan dinilai oleh peneliti. Hasil penilaian kemudian dirata-rata untuk setiap soal dan dianalisis untuk mengetahui soal mana yang kurang dipahami oleh siswa. Hasil penilaian soal-soal pada *e-module* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 15. Penilaian soal-soal pada *e-module*

No	Pernyataan	Skor					Rata-rata**
		K1	K2	K3	K4	K5	
1.	Berdasarkan bacaan mengenai pengertian dan prinsip bioteknologi, apa pendapatmu tentang pengertian inovasi teknologi biologi?	4	4	4	4	4	4
2.	Mari Berpikir 1 Sebagai siswa yang memiliki pemikiran kritis dan kreativitas, kira-kira apa solusi yang dapat kamu sarankan terkait	4	4	4	3	4	3,8

No	Pernyataan	Skor					Rata-rata**
		K1	K2	K3	K4	K5	
	permasalahan di atas? Jelaskan!						
3.	Menurutmu, kapan saat yang tepat untuk menerapkan hidroponik? Apa kelebihan dan kekurangan hidroponik?	4	4	3	3	3	3,4
4.	Mari Berpikir 2 Menurutmu, apa saja potensi manfaat kloning pada hewan dan mungkinkah suatu saat teknik kloning ini diterapkan pada manusia? Mengapa? Jelaskan!	4	4	3	4	4	3,8
5.	Berdasarkan materi yang telah kamu baca, analisislah perbedaan antara bioteknologi kovensional dan modern dan tuangkan dalam bentuk tabel pada lembar jawaban yang telah disediakan!	4	4	4	4	4	4
6.	Setelah membaca artikel di atas, apa salah satu penyebab kalian sakit perut setelah mengonsumsi yogurt? Mengapa?	4	4	4	4	4	4
7.	Berdasarkan permasalahan di atas, buatlah pertanyaan penelitiannya!	4	4	4	4	4	4
8.	Tuliskan hasil diskusi rancanganmu di bawah ini. Jangan lupa untuk menambahkan sumber dari data pendukung gagasanmu ya..	3	4	4	4	4	3,8
9.	Tuliskan hasil diskusi strategi penyelesaian proyekmu dalam bentuk jadwal	4	4	4	4	4	4

No	Pernyataan	Skor					
		K1	K2	K3	K4	K5	Rata-rata**
	dengan mengisi tabel di bawah ini!						
10.	Sudah sampai manakah kamu? Tulis kemajuanmu pada tabel di bawah ini!	4	4	3	4	4	3,8
11.	Apakah kemajuan pengerjaan proyek mu sesuai dengan strategi/rencana yang kamu susun sebelumnya? Mengapa?	4	4	4	4	3	3,8
12.	Bagaimana hasil proyekmu? Uji hasil proyekmu dengan meminta temanmu untuk menjadi responden dalam uji organoleptik lalu analisislah hasilnya!	4	4	4	4	4	4
13.	Setelah melakukan percobaan, menurutmu apa peran mikroorganisme dalam penerapan bioteknologi konvensional?	4	4	4	4	4	4
14.	Apakah solusi yang kamu sarankan terbukti berhasil? Jika iya, apa yang mendasari pernyataanmu? Jika tidak, kira-kira apa faktor dari kegagalanmu? Jelaskan dan sertakan kelebihan dan kekurangan produkmu kemudian buatlah kesimpulan!	4	3	3	3	4	3,4
15.	Adakah rasa ketidakpuasan pada diri sendiri atau kelompok selama proses pengerjaan proyek? Jika ada, mengapa? Jika tidak., mengapa?	4	4	4	4	4	4
16.	Apa langkah yang akan kamu ambil untuk mengatasi atau mempertahankan hal tersebut?	4	4	4	4	3	3,8
Rata-rata		3,9	3,9	3,7	3,8	3,8	3,84

No	Pernyataan	Skor						
		K1	K2	K3	K4	K5	Rata-rata**	
Percentase (%)		96,2						
Kategori		Sangat Praktis						

Keterangan:

**: Rata-rata Skor K1-K5 Pada Tiap Soal

K: Kelompok

K1: Yoghurt Susu Kacang Almond

K2: Yoghurt Susu Kacang Kedelai

K3: Yoghurt Susu Kacang Hijau

K4: Yoghurt Susu Kacang Almond

K5: Yoghurt Susu Kacang Tanah

Kepraktisan *e-module* dalam penelitian ini juga dievaluasi melalui penilaian soal-soal yang dikerjakan siswa selama pembelajaran. Penilaian ini terfokus pada ketepatan siswa dalam menjawab 16 soal yang dinilai berdasarkan rubrik penilaian. Nilai rata-rata keseluruhan adalah 3,84 dengan persentase 96%, yang menunjukkan kategori sangat praktis.

Soal yang paling banyak dijawab kurang tepat adalah soal pada poin 3 dan 14, dengan rata-rata nilai 3,4 dan 3, di mana sebagian besar kelompok tidak memenuhi kriteria, seperti tidak mencantumkan alasan atau argument pendukung. Misalnya, pada soal poin 3 tentang hidroponik, siswa hanya memberikan usulan waktu tanpa alasan yang mendukung, dan pada soal poin 14 mengenai keberhasilan produk yogurt, beberapa kelompok tidak memberikan kesimpulan atau alasan yang cukup.

Soal yang dijawab dengan tepat adalah pada poin 1, 5, 6, 7, 9, 12, 13, dan 15 dengan nilai rata-rata 4. Salah satunya adalah soal poin 6, yang terkait dengan penyebab intoleransi laktosa, di mana seluruh kelompok memenuhi kriteria penilaian. Hal ini menunjukkan bahwa instruksi yang jelas dan penggunaan bahasa yang tepat mendukung pemahaman siswa (Sihombing dan Widiastuti, 2021). Kesalahan dalam menjawab soal mungkin disebabkan oleh faktor internal seperti terburu-buru, kurangnya minat belajar, dan rendahnya kemampuan literasi (Sartika *et al.*, 2024).

Uji Efektivitas *E-module* Berbasis PjBL

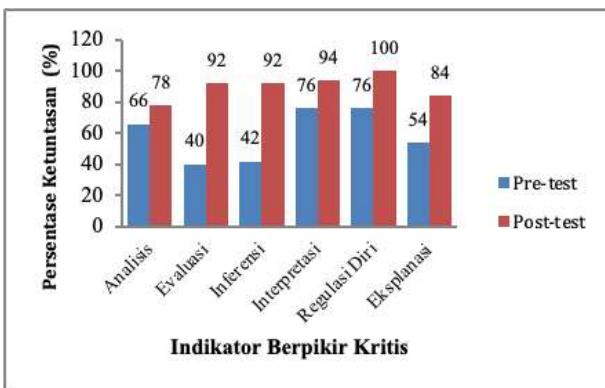
Penilaian keefektifan *e-module* dilakukan melalui analisis skor pre-test dan post-test siswa untuk menentukan ketuntasan dan skor N-gain. Siswa dinyatakan tuntas jika memperoleh skor ≥ 75 . *E-module* dianggap efektif jika rata-rata skor N-gain mencapai $\geq 56\%$ (cukup efektif) atau $\geq 75\%$ (efektif). Jumlah soal pre-test dan post-test yang dijawab benar serta ketuntasan

indikator yang dilatihkan dapat dilihat pada Tabel 16 berikut.

Tabel 16. Ketuntasan indikator berpikir kritis yang dilatihkan

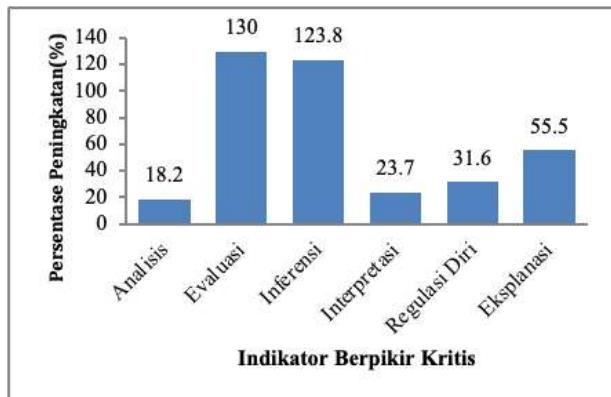
Indikator berpikir kritis (Facione, 2013)	No. Soal Pre-test	No. Soal Post-test	Jumlah jawaban sesuai kunci		Ketuntasan Indikator (%)	
			Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Analisis	1	1	23	22	66	78
	2	2	10	17		
Evaluasi	3	3	6	22	40	92
	10	10	14	24		
Inferensi	4	4	13	24	42	94
	7	7	8	23		
Interpretasi	5	5	17	24	76	94
	6	6	21	23		
Regulasi Diri	8	8	19	25	76	94
	9	9	19	25		
Evaluasi	11	11	20	24	54	84
	12	12	7	18		

Berikut apabila data disajikan dalam bentuk grafik berdasarkan perbandingan persentase ketuntasan indikator berpikir kritis sebelum dan sesudah menggunakan *e-module* berdasarkan *pre-test* dan *post-test* siswa.



Gambar 4. Ketuntasan indikator berpikir kritis sebelum dan sesudah menggunakan *e-module*

Persentase peningkatan ketuntasan indikator berpikir kritis dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 5. Peningkatan ketuntasan indikator berpikir kritis yang dilatihkan sebelum dan sesudah menggunakan *e-module*

Hasil *pre-test* dan *post-test* kemudian dilakukan penghitungan skor N-gain dan penentuan ketuntasan. Ketuntasan hasil belajar, *pre-test*, *post-test*, dan N-gain siswa dapat dilihat pada Tabel 17 berikut.

Tabel 17. Hasil *pre-test*, *post-test*, skor N-gain, dan kategori ketuntasan siswa

Siswa ke-	Skor Pre-Test	Skor Post-Test	Kategori ketuntasan	Skor N-gain	Kategori
1	64	93	Tuntas	0,80	Tinggi
2	42	83	Tuntas	0,70	Tinggi
3	55	86	Tuntas	0,69	Sedang
4	46	93	Tuntas	0,87	Tinggi
5	53	93	Tuntas	0,85	Tinggi
6	71	93	Tuntas	0,76	Tinggi
7	71	93	Tuntas	0,76	Tinggi
8	50	93	Tuntas	0,86	Tinggi
9	50	86	Tuntas	0,72	Tinggi
10	78	100	Tuntas	1	Tinggi
11	55	93	Tuntas	0,84	Tinggi
12	51	93	Tuntas	0,86	Tinggi
13	32	93	Tuntas	0,90	Tinggi
14	30	72	Tidak Tuntas	0,60	Sedang
15	51	93	Tuntas	0,86	Tinggi
16	71	93	Tuntas	0,76	Tinggi
17	60	93	Tuntas	0,83	Tinggi
18	64	85	Tuntas	0,60	Sedang
19	64	93	Tuntas	0,80	Tinggi
20	64	93	Tuntas	0,80	Tinggi
21	60	72	Tidak Tuntas	0,30	Sedang
22	60	93	Tuntas	0,83	Tinggi
23	79	100	Tuntas	1	Tinggi

Siswa ke-	Skor Pre-Test	Skor Post-Test	Kategori ketuntasan	Skor N-gain	Kategori
24	60	93	Tuntas	0,83	Tinggi
25	65	83	Tuntas	0,51	Sedang
Rata-Rata Skor N-gain (%)				77,2%	Tinggi
Ketuntasan Hasil Post-Test Siwa (%)				92%	
Tingkat keefektifan				Efektif	

Efektivitas *e-module* dinilai berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* yang terdiri dari 12 soal (11 pilihan ganda dan 1 uraian) yang telah divalidasi. *Pre-test* menilai kemampuan awal berpikir kritis siswa sebelum menggunakan *e-module*, sedangkan *post-test* menilai perkembangannya setelah penggunaan.

Berdasarkan Gambar 5, setiap indikator keterampilan berpikir kritis menunjukkan peningkatan ketuntasan dari *pre-test* ke *post-test*. Indikator evaluasi memperoleh peningkatan tertinggi sebesar 130%, dengan total 26 siswa menjawab benar, diikuti oleh indikator inferensi sebesar 123,8% (26 siswa benar), dan eksplanasi sebesar 55,5% (15 siswa benar). Indikator regulasi diri meningkat 31,6% (12 siswa benar), interpretasi 23,7% (9 siswa benar), dan analisis memperoleh peningkatan terendah sebesar 18,2% (6 siswa benar). Peningkatan ini mencerminkan keberhasilan *e-module* dalam melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada semua indikator.

Berdasarkan Tabel 15 dan Gambar 5, indikator evaluasi menunjukkan kenaikan persentase ketuntasan indikator berpikir kritis tertinggi, yaitu sebesar 130%, dengan peningkatan terbesar pada soal nomor 3, yang dijawab benar oleh 16 siswa. Sebaliknya, indikator analisis memiliki kenaikan persentase ketuntasan terendah, yaitu sebesar 18,2%. Indikator analisis tersebut memperoleh penurunan pada soal nomor 1, di mana 1 siswa menjawab salah pada *post-test* apaila dibandingkan dengan *pre-test*.

Pada *post-test*, indikator regulasi diri memperoleh nilai tertinggi dengan 100% ketuntasan, yang berarti seluruh siswa dapat menjawab dengan baik pada indikator ini. Sebaliknya, indikator analisis memperoleh ketuntasan terendah, yaitu 78%, dengan 20 dari 25 siswa menjawab benar. Dalam soal *post-test*, soal nomor 8 dan 9 mendapatkan jawaban benar dari seluruh siswa, sedangkan soal nomor 2 (analisis) hanya dijawab benar oleh 17 siswa, dan soal nomor 12 (eksplanasi) dijawab benar oleh 18 siswa. Kesalahan dalam menjawab dapat disebabkan oleh kurangnya ketelitian, terburu-buru, kekurangan waktu, atau kurangnya pemahaman materi (Kasana dan Khotimah, 2019). Selain itu, Siswa dengan gaya belajar kinestetik cenderung lebih tertarik pada

aktivitas fisik atau gerakan dan kurang termotivasi dalam pembelajaran pasif, seperti mendengarkan ceramah atau berpikir mendalam (Fleming dan Mills, 1992). Hal ini menyebabkan mereka lebih fokus pada kegiatan praktikum dan kurang termotivasi dalam diskusi atau eksplorasi mendalam pada *e-module*, yang berpengaruh negatif terhadap kemampuan berpikir kritis dan analisinya (Ryan dan Deci, 2000). Soal nomor 2 dan 12 berfokus pada sub-materi bioteknologi konvensional, dan siswa perlu lebih banyak dilatih dalam keterampilan berpikir kritis, terutama dalam indikator analisis dan evaluasi pada sub-materi tersebut.

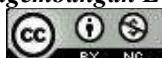
Setelah diteliti lebih jauh, keterlaksanaan aktivitas siswa berhubungan erat dengan hasil *post-test* dan ketuntasan indikator berpikir kritis. Contohnya, siswa nomor 14 dan 21 tidak tuntas pada *post-test* karena nilai di bawah KKTP dan skor N-gain kategori sedang (0,60 dan 0,30). Hal ini disebabkan oleh tidak dilaksanakannya aktivitas nomor 4 dan 8 (Tabel 12), yang melibatkan diskusi untuk menjawab masalah dalam *e-module*. Diskusi tersebut penting untuk melatih keterampilan analisis dan eksplanasi siswa. Akibatnya, kurangnya partisipasi dalam aktivitas diskusi mengakibatkan siswa kurang maksimal dalam menjawab soal *post-test*.

Hasil *pre-test* dan *post-test* menunjukkan bahwa ketuntasan *post-test* siswa mencapai 92%, dengan 2 dari 25 siswa tidak tuntas (nilai di bawah 75). Rata-rata skor N-gain siswa adalah 0,77, dengan 5 siswa di kategori sedang dan 20 siswa di kategori tinggi, skor N-gain terendah 0,30 dan tertinggi 1. Berdasarkan persentase ketuntasan *post-test* siswa sebesar 92%, penggunaan *e-module* dinyatakan efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

PENUTUP

Simpulan

Setelah melakukan analisis data dan pembahasan, *e-module* interaktif berbasis *Project Based Learning* pada materi inovasi teknologi biologi untuk melatih keterampilan berpikir kritis memperoleh validitas sebesar 96,4%, yang menunjukkan bahwa *e-module* ini sangat valid dan layak diterapkan. Kepraktisan *e-module* tersebut juga sangat tinggi, dengan persentase 97,2% pada angket respon siswa, 95,8% pada angket respon guru, 94% pada keterlaksanaan aktivitas siswa, 97,5% pada aspek penilaian proyek, dan 96% pada hasil penggerjaan soal-soal. Dari segi efektivitas, *e-module* ini dinilai efektif dengan skor N-gain rata-rata 77,2% dan ketuntasan *post-test* sebesar 92%, dengan kategori sangat efektif.



Saran

1. Aktivitas analisis dan eksplanasi perlu mendapat perhatian lebih melalui latihan soal atau kegiatan tambahan agar siswa terbiasa.
2. Jika *e-module* diterapkan di sekolah, jumlah alat praktikum harus memadai bagi setiap kelompok untuk efisiensi waktu.
3. Kegiatan proyek yang membutuhkan waktu lama dan berpotensi untuk melebihi estimasi waktu awal, sehingga perlu adanya manajemen waktu yang baik.
4. Jika *e-module* diterapkan di rumah, guru harus memiliki strategi untuk memonitor pekerjaan siswa, dapat melalui *Google Docs* dan/atau menambahkan kolom dokumentasi. Serta memberikan instruksi yang lebih jelas untuk menghindari kesalahpahaman.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof. Dr. Isnawati, M.Si. dan Dra. Evie Ratnasari, M.Si. selaku dosen biologi dan validator, Hery Triwahyudi, S.Pd. selaku guru biologi yang juga menjadi validator, serta siswa kelas X-2 SMA Negeri 15 Surabaya atas kerja samanya untuk bersedia menjadi subjek penelitian pada pengembangan *e-module* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, *et al.* (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas V. *Al-Madrasah : Jurnal Ilmiah Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah* Vol. 7 No. 4, 1875-1879
- Amanullah, M. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran *Flipbook Digital* Guna Menunjang Proses Pembelajaran Di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(1), 37-44.
- Arkadiantika, I., Ramansyah, W., Effindi, M., & Dellia, P. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran *Virtual Reality* pada Materi Pengenalan Termination dan *Splicing Fiber Optic*. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(1), 29-36.
- Aqib, Z. (2009). *Penelitian Tindakan Kelas*. CV. Yrama Widya.
- Azizah, F., Syamsurizal, Lufri, & Arsih, F. (2022). Validasi Isi Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XII SMA tentang Materi Bioteknologi. *Journal On Teacher Education*, 4(1), 348-355.
- Depdiknas. (2008). *Penulisan Modul*. Direktorat Tenaga Kependidikan.
- Direktorat Sekolah Dasar. (2022, January 29). *Merdeka Belajar: Manfaatkan Teknologi sebagai Media Belajar Mengajar*. Dipetik January 8, 2024, dari <https://ditpsd.kemdikbud.go.id/artikel/detail/merdeka-belajar-manfaatkan-teknologi-sebagai-media-belajar-mengajar>
- Facione, P. A. (2013). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Measured Reasons LLC
- Fauzi, A., Nasrullah, & Zakiah, S. (2023). Keterbacaan Teks Buku Ajar Berpengaruh terhadap Minat Membaca Siswa Madrasah Tsanawiyah. *Rausyan Fikr: Jurnal Pemikiran dan Pencerahan*, 19(1), 91-98.
- Ferazona, S., Suryanti, Amnah, S., Robiah, S., & Idris, T. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Biologi Siswa Kelas XI SMAN 1 Tanah Putih Rokan Hilir. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspressi Ilmiah*, Vol. 9 No. 2, 124-131.
- Fleming, N. D., & Mills, C. (1992). Not Another Inventory, Rather A Catalyst for Reflection. *To Improve the Academy*, 11(1), 137–155
- Ginanjar, E. G., Darmawan, B., & Sriyono. (2019). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Rendahnya Partisipasi Belajar Peserta Didik SMK. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 6(2), 206-219.
- Halawane, M., Telepta, G., & Tuhumury, H. C. (2024). Karakteristik Organoleptik Yoghurt Berbahan Dasar Susu Kenari. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 3(2), 175-179.
- Harmain, H. A., Posangi, S. S., & Datunsolang, R. (2022). Pengaruh Penggunaan Gadget terhadap Hasil Belajar Siswa. *Educator : Directory of Elementary Education Journal*, 20-35.
- Hasan, *et al.* (2022). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik melalui Kegiatan Literasi. *Jurnal Ideas: Pendidikan, Sosial, dan Budaya*, 8(2), 477-486.
- Hikmah, N., Budiasih, E., & Santoso, A. (2016). Pengaruh Strategi *Project Based Learning* (Pjbl) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI IPA pada Materi Koloid. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan* Vol. 1 No. 11, 2248-2253.
- Hutahaean, L. A., Siswandari, & Harini. (2019). Pemanfaatan E-module Interaktif sebagai Media Pembelajaran di Era Digital. *Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Peran Teknologi Pendidikan Dalam Mengembangkan dan Meningkatkan Keprofesionalan Pendidik di Era Revolusi Industri 4.0*. Digital Library Universitas Negeri Medan.
- Indira, F. R. (2023). E-Modul Berbasis *Project Based Learning* dan *Design Thinking Method* pada Pembelajaran Kewirausahaan. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 16(2), 137-148.
- Jayanti, D. A., Wisanti, & Dewi, S. K. (2019). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Kelas XII SMA. *Prosiding Elektronik IP2B 2019* (hal. 12-19). Surabaya: semasbiologi.conference.unesa.ac.id/
- Kasana, A. U., & Khotimah, R. P. (2019). Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Materi Program Linear Berdasarkan Kriteria Watson pada Siswa Kelas



- XI IPA di SMA Negeri 1 Ngemplak. *Prosiding Konferensi Nasional Penelitian Matematika dan Pembelajarannya* (hal. 1-11). Surakarta: Universitas Negeri Surakarta.
- Kemdikbud. (2019, Desember 4). *Hasil PISA Indonesia 2018: Akses Makin Meluas, Saatnya Tingkatkan Kualitas*. Diambil kembali dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan: <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2019/12/hasil-pisa-indonesia-2018-akses-makin-meluas-saatnya-tingkatkan-kualitas>
- Kemdikbud. (2022). *Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Fase E – Fase F untuk SMA/MA/Program Paket C*.
- Kemdikbud. (2023, Desember 5). *Peringkat Indonesia pada PISA 2022 Naik 5-6 Posisi Dibanding 2018*. Diambil kembali dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan: <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2023/12/peringkat-indonesia-pada-pisa-2022-naik-56-posisi-dibanding-2018>
- Kimani, B. (2024). Effectiveness of Project-Based Learning in Enhancing Critical Thinking Skills among High School Students. *American Journal of Education and Practice*, 8(2), 54 – 65.
- Kurniasari, N., Andrianti, V., & Isnaini, H. (2018). Analisis Kesalahan Ejaan Pada Salah Satu Judul Berita “Isu Tka Digoreng Menjelang Pilpres” Pada Surat Kabar Tribun Jabar Edisi 25 April 2018. *Pada Surat Kabar Tribun Jabar Edisi*, 1(4), 527-534.
- Muharni, A., Mustami, M. K., & Hiola, S. F. (2019). Analisis Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis pada Mata Pelajaran Biologi di SMA. *Prosiding Seminar Nasional Biologi VI*, (hal. 136-140). Makassar.
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to Reach Product Quality. Dalam e. a. Nieveen, *Design Approaches and Tools in Education and Training* (hal. 125-135). London: Kluwer Academic Publisher.
- Oktariani, & Ekadiansyah, E. (2020). Peran Literasi dalam Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Penelitian Pendidikan Psikologi dan Kesehatan (J-P3K)* 1(1), 23-33.
- Pranata, J. D., Hadiwidjaya, L. O., & Jokom, R. (2024). Pengaruh Kualitas, Kuantitas, Kredibilitas pada Kegunaan Informasi dan Minat Beli Follower Tiktok. *Jurnal Manajemen Perhotelan*, 10(2), 67-80.
- Ridwan. (2013). *Pengantar Statistika untuk Penelitian Pendidikan, Sosial, Ekonomi, Komunikasi dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and The Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78
- Sailar, I. (2023, Mei 19). *Kondisi Literasi Indonesia yang sedang Tidak Baik-Baik Saja*. Dipetik January 10, 2024, dari badan bahasa.kemdikbud.go.id: <https://badanbahasa.kemdikbud.go.id/berita-detail/3917/kondisi-literasi-indonesia-yang-sedang-tidak-baik-baik-saja>
- tidak-baik-baik-saja
- Sani, R. A. (2019). *Pembelajaran Berbasis Proyek: Sebuah Pendekatan Saintifik dalam Pembelajaran*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Sholeh, B., A., H., & Fathurrochman, M. (2023). Pemanfaatan E-Modul Interaktif dalam Pembelajaran Mandiri Sesuai Kapasitas Siswa. *Risalah: Jurnal Pendidikan dan Studi Islam*, 9(2), 665-672.
- Sholikhah, M., & Zahrotin, A. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Ditinjau Dari Motivasi Belajar. *PISCES: Proceeding of Integrative Science Education Seminar*, 1(1), (hal. 587-593).
- Sihombing, E., & Widiastuti. (2021). Penerapan Strategi Komunikasi Instruksional dalam Pemberian Instruksi Siswa TK Selama Pembelajaran Online. *Jurnal Educatio*, 7(4), 2044-2049.
- Sugiyono. (2016). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). *N-gain vs Stacking: Analisis Perubahan Abilitas Peserta Didik dalam Desain One Group Pretest-Posttest*. Yogyakarta: Suryacahya .
- Suyono, Harsiaty, T., & Wulandari, I. S. (2017). Implementasi Gerakan Literasi Sekolah pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar. *Suyono Titik Harsiaty Ika Sari Wulandari Universitas*, 26(2), 116-123.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Bloomington: IN: Indiana University, Center for Innovation in Teaching the Handicapped.
- Widiasworo, E. (2017). *Strategi dan Metode Mengajar Siswa di Luar Kelas (Outdoor Learning) : Secara Aktif, Kreatif, Inspiratif, dan Komunikatif*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Wulandari, F., Yogica, R., & Darussyamsu, R. (2021). Analisis Manfaat Penggunaan E-Modul Interaktif sebagai Media Pembelajaran Jarak Jauh di Masa Pandemi Covid-19. *Khazanah Pendidikan: Jurnal Ilmiah Kependidikan Vol. 15, No. 2*, 139-144.

