

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI VIRUS KELAS X SMA

Development of Problem Based Learning (PBL) Based E-Module to Train Students' Critical Thinking Skills on The Topic of Viruses for 10th Grade High School Students

Dhea Putri Anggraini

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: dhea.20063@mhs.unesa.ac.id

Guntur Trimulyono

Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: gunturtrimulyono@unesa.ac.id

Abstrak

Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan untuk melakukan analisis mendalam, mengevaluasi informasi secara cermat dan mengambil keputusan yang logis dan rasional. Materi virus merupakan salah satu materi yang selaras untuk melatih berpikir kritis, karena dalam proses pembelajaran diperlukan keterlibatan peserta didik secara aktif dan kolaboratif untuk memahami konsep materi. Tujuan penelitian ini menghasilkan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) untuk melatih keterampilan berpikir kritis pada materi virus kelas X SMA yang layak berdasarkan validitas, kepraktisan dan keefektifan. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Pengembangan e-modul diselaraskan dengan sintaks PBL dan diperkaya dengan fitur-fitur khusus yang dirancang untuk melatih keterampilan berpikir kritis, diantaranya *Bio-Orientatation, Bio-Watch, Bio-Concept, Bio-Activity, Bio-Present, Let's Practice* dan *Bio-Eval*. Parameter penelitian ini yaitu validasi e-modul dinilai oleh dua dosen ahli dan satu guru biologi, kepraktisan e-modul diukur berdasarkan keterlaksanaan proses pembelajaran dan respon peserta didik, serta keefektifan e-modul dinilai berdasarkan pencapaian hasil belajar yang diperoleh melalui nilai *pre-test* dan *post-test* sesuai dengan indikator berpikir kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul berbasis PBL dinyatakan sangat valid dengan skor 95%. Dari segi kepraktisan, e-modul dinilai sangat praktis berdasarkan dari keterlaksanaan pembelajaran memperoleh skor 98% dan respon peserta didik yang sangat positif mencapai 98%. E-modul terbukti efektif melatih berpikir kritis ditunjukkan melalui skor *N-Gain* sebesar 0,7 yang tergolong dalam kategori tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa e-modul berbasis PBL memiliki tingkat validitas, kepraktisan dan efektivitas yang tinggi, sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi virus.

Kata Kunci: E-modul, *Problem Based Learning*, Virus, Berpikir Kritis

Abstract

Critical thinking skills are the ability to deeply analyze, evaluate information, and make rational decisions. The topic of viruses is well suited for fostering critical thinking, as it requires students to actively and collaboratively engage in understanding the concept. This development research aims to produce an e-module based on Problem Based Learning (PBL) to train students' critical thinking skills on the topic of viruses for 10th grade high school student material that is appropriate based on validity, practicality and effectiveness. The study employs the 4D development model (Define, Design, Develop, and Disseminate). The development of e-modules is aligned with the PBL syntax and includes special features designed to promote critical thinking skills, such as Bio-Orientatation, Bio-Watch, Bio-Concept, Bio-Activity, Bio-Present, Let's Practice and Bio-Eval. The research parameters include e-module validation assessed by two education experts and one biology teacher. The practicality of the e-module is reviewed from the implementation of the learning process and student responses, while its effectiveness was measured by students' learning outcomes using pre-tests and post-tests scores aligned with critical thinking skills. The results indicate that the PBL based e-module is highly valid, with a validation score of 95%. The e-module is considered very practical, as indicated by a 98% learning implementation rate and a 98% highly positive response rate from students. The e-module is also deemed effective in developing students' critical thinking skills, as reflected by an N-Gain score of 0.7 in the high category. In

conclusion, the developed PBL based e-module is valid, practical, and effective, and can be utilized for teaching the topic of viruses.

Keywords: *E-module, Problem Based Learning, Viruses, critical thinking.*

PENDAHULUAN

Pembelajaran pada tingkat pendidikan saat ini sangat terkait dengan kurikulum. Kurikulum Merdeka yang saat ini diterapkan di berbagai jenjang sekolah bertujuan untuk menunjang dan mempersiapkan peserta didik menghadapi tuntutan abad ke-21. Pendidikan di era ini mengharapkan peserta didik untuk menguasai sejumlah keterampilan, meliputi kemampuan berpikir kritis dan penyelesaian masalah, berpikir kreatif, kemampuan komunikasi, serta keterampilan kolaborasi (Kemendikbud, 2019). Salah satu kecakapan penting yang sejalan dengan urgensi pendidikan dalam kurikulum merdeka adalah keterampilan berpikir kritis dan penyelesaian masalah. Kemampuan ini mempersiapkan peserta didik untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran abad ke-21 dengan pendekatan yang analitis dan inovatif.

Keterampilan berpikir kritis berperan sangat signifikan dalam suatu pembelajaran, sehingga keterampilan ini penting diajarkan kepada peserta didik agar mampu memecahkan solusi atas suatu permasalahan baik yang sederhana maupun kompleks (Wulandari dkk., 2020). Indikator berpikir kritis diantaranya yaitu interpretasi, analisis, eksplanasi, inferensi, evaluasi, dan regulasi diri (Facione, 2015). Indikator berpikir kritis dapat diwujudkan melalui penerapan tahapan-tahapan dalam model *Problem Based Learning* (PBL). Hal ini sejalan dengan penelitian Nurjannah & Trimulyono (2022) menyebutkan bahwa model PBL memiliki hubungan yang kuat dengan keterampilan berpikir kritis, karena setiap tahapannya dirancang untuk memenuhi seluruh indikator berpikir kritis. Selain itu model PBL merupakan metode yang memanfaatkan masalah kehidupan nyata sebagai fokus untuk meningkatkan keterampilan bernalar kritis, penyelesaian masalah, serta mencapai pengetahuan dan konsep penting dari proses belajar (Kimianti, 2019). Model PBL dapat meningkatkan pemahaman, menunjang kolaboratif, mengembangkan kreativitas, meningkatkan kemandirian, dan mendukung keterampilan peserta didik dalam menuntaskan suatu masalah (Erwanto, 2020).

Penerapan model pembelajaran PBL sejalan dengan kebutuhan kurikulum merdeka yang berfokus pada pendekatan *student-centered learning*. Pembelajaran biologi dengan pendekatan PBL dapat menjadi solusi untuk peserta didik dalam mengkonstruksi pemikirannya

secara analitis, logis, dan terstruktur (Pana, 2020). Model PBL mendorong pengembangan kecakapan peserta didik berpikir analitis dalam menyelesaikan masalah, memanfaatkan pengetahuan awal guna membuat penjelasan sederhana, mengumpulkan dan menganalisis data, memberikan penjelasan lebih lanjut, menarik kesimpulan serta memberikan solusi (Fitriyah & Ghofur, 2021). Hal ini sesuai dengan tuntutan akhir pembelajaran biologi di SMA kurikulum merdeka pada Fase E, terkait capaian pembelajaran materi virus adalah peserta didik diharapkan mampu menghasilkan solusi terhadap berbagai masalah yang berkaitan dengan tantangan lokal, nasional maupun internasional terkait pemahaman virus dan dampaknya.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada bulan Mei 2024 dengan 37 peserta didik kelas X MIPA di SMAN 1 Manyar Gresik mengungkapkan bahwa persentase pencapaian hasil belajar pada materi virus mencapai 65%, namun keterampilan berpikir kritis masih memerlukan pelatihan yang lebih optimal. Pernyataan tersebut diperkuat oleh data yang didapatkan dari wawancara dengan tiga guru biologi di SMAN 1 Manyar Gresik, yang menyimpulkan bahwa dalam proses belajar belum diterapkan metode pembelajaran yang mengajak para siswa berpartisipasi lebih aktif, bahan ajar yang diterapkan masih kurang interaktif dan latihan soal yang disediakan belum sepenuhnya dirancang untuk mengasah kemampuan berpikir kritis. Selain itu, siswa juga menghadapi kesulitan dalam menghubungkan konsep dan teori pada materi virus dengan pengetahuan yang dimilikinya, akibatnya peserta didik cenderung memprioritaskan menghafal teori daripada mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya. Dengan demikian, diperlukan pendekatan pembelajaran yang mengikutsertakan peserta didik berpartisipasi lebih aktif dengan menggunakan bahan ajar yang inovatif.

Penelitian oleh Mahmudah dkk. (2022), menyebutkan bahwa 95% kemampuan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan e-modul berbasis PBL pada materi IPA terpadu terbukti efektif dalam melatih pemikiran yang kritis. Menurut Harahap dkk. (2017), menjelaskan pembelajaran materi virus lebih efektif jika menggunakan model PBL karena mengajak para siswa berpartisipasi aktif untuk berperan dan bekerja dengan memanfaatkan pengetahuan yang sudah dimiliki. Menurut Malina dkk. (2021), siswa membutuhkan media

belajar yang mampu meningkatkan pemahaman untuk pembelajaran mandiri, media belajar yang sesuai yakni e-modul yang disajikan dengan format elektronik dan mencakup gambar, teks, audio, *hyperlink* dan video pembelajaran, serta mampu diakses baik secara *offline* maupun *online*.

Model PBL yang diterapkan dalam penelitian ini dilaksanakan dengan memanfaatkan sumber belajar berbentuk e-modul. E-modul merupakan bentuk inovasi dari modul cetak yang dirancang untuk diakses melalui perangkat digital seperti komputer dan *smartphone*, sehingga memungkinkan peserta didik untuk mengakses materi pembelajaran dengan mudah tanpa terikat oleh waktu dan lokasi (Mulyasari, 2021). Pemilihan bahan ajar e-modul didasarkan pada keunggulan-keunggulan yang dimiliki e-modul, diantaranya praktis dan dapat diakses kapan saja, meningkatkan minat belajar peserta didik dengan berbagai fitur menarik, memungkinkan pembelajaran mandiri tanpa kehadiran guru, soal-soal evaluasi juga dapat langsung mengukur pengetahuan, serta membantu melatih kecakapan berpikir analitis dalam menciptakan solusi untuk mengatasi suatu masalah (Almunawarah & Bahri, 2023).

Pengembangan e-modul didesain dengan aplikasi canva, kemudian dikonversi menggunakan *software Heyzine Flipbook* untuk memudahkan akses bagi siswa dalam proses belajar. Pengembangan e-modul akan diselaraskan dengan sintaks model PBL yang berhubungan dengan permasalahan dunia nyata. Selain itu, e-modul berbasis PBL dilengkapi dengan fitur-fitur menarik dan interaktif, diantaranya *Bio-Orientation*, *Bio-Watch*, *Bio-Concept*, *Bio-Activity*, *Bio-Present*, *Let's Practice* dan *Bio-Eval*. Dengan adanya fitur-fitur interaktif diharapkan peserta didik mampu menguasai konsep pada materi virus.

Berdasarkan pemaparan di atas, terkait pentingnya kemampuan berpikir kritis bagi peserta didik terutama terkait mata pelajaran virus, serta kelebihan pendekatan PBL dan keunggulan e-modul, maka diperlukan penelitian pengembangan inovasi bahan ajar berupa e-modul berbasis PBL pada materi virus. E-modul ini bertujuan untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X SMA yang valid, praktis, dan efektif untuk diimplementasikan dalam pembelajaran biologi.

METODE

Model pengembangan yang diterapkan yaitu model pengembangan 4D, yang meliputi empat tahapan utama: *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan),

Development (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran).

Pada tahap *define*, dilakukan evaluasi terhadap kurikulum, peserta didik, tugas, serta konsep materi yang akan diajarkan. Tahap *design* merupakan tahapan dalam penyusunan konten produk e-modul. Tahap *develop* mencakup telaah dan validasi produk e-modul oleh para ahli serta uji coba terbatas. Tahap *disseminate* dilakukan kegiatan berupa publikasi artikel ilmiah tentang hasil penelitian e-modul berbasis PBL pada junal Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu) (Kismawati dkk., 2022).

Kelayakan yang diukur pada penelitian ini yaitu hasil uji validasi, kepraktisan dan keefektifan. Validasi dilakukan oleh validator ahli dengan memberikan skor kriteria skala *Likert* pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Skala *Likert*

Nilai Skala	Kategori
1	Kurang Baik
2	Cukup Baik
3	Baik
4	Sangat Baik

(Diadaptasi dari Riduwan & Sunarto, 2016)

Hasil validasi selanjutnya di analisis dengan perhitungan rata-rata menggunakan rumus berikut.

$$\text{Validitas} = \frac{\sum \text{skor total yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (1)$$

Hasil perhitungan persentase kevalidan e-modul kemudian diinterpretasikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kriteria Kelayakan Teoritis

Validitas (%)	Kriteria Interpretasi
25-40	Tidak valid
41-55	Kurang valid
56-70	Cukup valid
71-85	Valid
86-100	Sangat valid

(Diadaptasi dari Riduwan, 2016)

E-modul berbasis PBL dinyatakan valid apabila memperoleh persentase $\geq 71\%$.

Setelah tahapan validasi maka e-modul diuji coba secara terbatas pada 37 siswa kelas X-8 di SMA Negeri 1 Manyar Gresik untuk menilai tingkat kepraktisan dan keefektifan penggunaan e-modul dalam pembelajaran.

Kepraktisan e-modul ditinjau berdasarkan keterlaksanaan pembelajaran dan respon peserta didik. Keterlaksanaan pembelajaran didapatkan dari lembar observasi yang dilakukan oleh empat pengamat. Data

yang dihasilkan kemudian dihitung rata-ratanya dengan rumus berikut.

$$Keterlaksanaan = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (2)$$

Hasil perhitungan persentase keterlaksanaan e-modul kemudian diinterpretasikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kriteria Interpretasi Hasil Keterlaksanaan

Keterlaksanaan (%)	Kriteria Interpretasi
0-48	Sangat Kurang
49-61	Kurang
62-74	Cukup
75-87	Baik
88-100	Sangat baik

(Diadaptasi dari Riduwan, 2016)

E-modul berbasis PBL dinyatakan praktis apabila memperoleh persentase $\geq 75\%$ dengan kriteria baik.

Respon peserta didik diperoleh melalui hasil angket respon yang diisi oleh siswa setelah menggunakan e-modul berbasis PBL. Penilaian angket menggunakan skala *Guttman*, dengan pilihan jawaban "Ya" bernilai skor 1 atau jawaban "Tidak" bernilai skor 0. Selanjutnya dihitung rata-ratanya menggunakan rumus berikut.

$$Respon = \frac{\sum \text{peserta didik menjawab "Ya"}}{\sum \text{seluruh peserta didik}} \times 100\% \dots (3)$$

Hasil perhitungan persentase respon kemudian diinterpretasikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kriteria Interpretasi Hasil Respon

Keterlaksanaan (%)	Kriteria Interpretasi
0-48	Sangat Kurang
49-61	Kurang positif
62-74	Cukup positif
75-87	Positif
88-100	Sangat positif

(Diadaptasi dari Riduwan, 2016)

E-modul berbasis PBL dinyatakan praktis apabila memperoleh persentase $\geq 75\%$ dengan kriteria positif.

Keefektifan dinilai berdasarkan ketuntasan hasil *pre-test* dan *post-test* yang dilakukan oleh peserta didik. Kemudian hasilnya dikonversi dengan KKM sekolah, apabila peserta didik mendapatkan nilai ≥ 75 maka dinyatakan tuntas. Analisis skor *pre-test* dan *post-test* dilakukan menggunakan metode skor *N-Gain* berikut.

$$N - Gain = \frac{\text{Skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{Skor ideal} - \text{skor pretest}} \times 100\% \dots (4)$$

Selanjutnya hasil perhitungan dari *N-gain* diinterpretasikan menggunakan kategori pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Interpretasi *N-Gain*

Nilai <i>N-Gain</i>	Kategori
$0,0 < g \leq 0,30$	Rendah
$0,30 < g \leq 0,70$	Sedang
$0,70 < g \leq 1,00$	Tinggi

(Hake, 1999)

E-modul berbasis PBL dinyatakan efektif apabila mencapai *N-Gain* $\geq 0,3$ termasuk kategori sedang.

Selain itu, terdapat juga penilaian hasil belajar berdasarkan keterampilan per indikator berpikir kritis yang dihitung dengan rumus berikut.

$$Ketuntasan = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (5)$$

Selanjutnya hasil perhitungan diinterpretasikan dengan skala pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Kriteria Interpretasi Ketuntasan

Skor (%)	Kriteria
< 54	Sangat kurang
55 - 59	Kurang baik
60 - 75	Cukup baik
76 - 85	Baik
86 - 100	Sangat baik

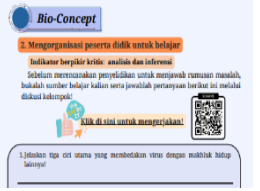
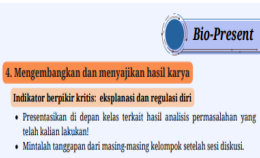
(Diadaptasi dari Purwanto dan Sulistyastuti, 2017)

Peserta didik dikatakan mencapai ketuntasan apabila mendapatkan skor mencapai ≥ 76 pada kategori baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

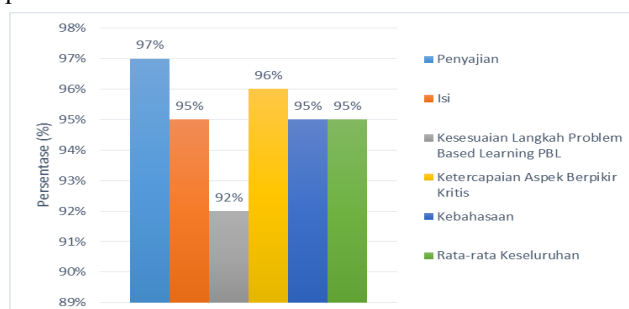
Penelitian pengembangan yang telah dilakukan berhasil menghasilkan e-modul berbasis PBL yang dirancang untuk melatih keterampilan berpikir kritis pada materi virus kelas X SMA. Pengembangan e-modul yang telah dilakukan melalui empat tahapan diantaranya (1) pendefinisian atau analisis pembelajaran, (2) perancangan atau penyusunan isi konten materi virus pada e-modul, (3) pengembangan yang mencakup pengujian kelayakan, perbaikan dan validasi dari para ahli, serta (4) penyebaran melalui artikel hasil penelitian. E-modul yang dikembangkan memuat berbagai fitur yang diselaraskan dengan sintaks PBL dan indikator keterampilan berpikir kritis pada materi virus. Berikut ini berbagai fitur yang disajikan dalam e-modul berbasis PBL pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Fitur-fitur dalam e-modul

Fitur E-Modul	Keterangan Fitur
Bio-Orientation 	Fitur ini memuat permasalahan yang berkaitan dengan materi pembelajaran.
Bio-Watch 	Fitur ini berisi video pembelajaran terkait materi virus.
Bio-Concept 	Fitur ini berisi materi dan konsep penting pada materi virus.
Bio-Activity 	Fitur ini berperan dalam menunjang peserta didik melatih kemampuan berpikir kritis.
Bio-Present 	Fitur ini memuat materi diskusi yang membantu peserta didik agar lebih fokus.
Let's Practice 	Fitur ini berisi latihan soal untuk mengecek pemahaman peserta didik.
Bio-Eval 	Fitur ini berisi review penilaian diri untuk mengkaji pemahaman peserta didik selama mempelajari materi belajar.

1. Validitas E-Modul

E-modul yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh tiga validator ahli. Hasil validasi disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Hasil Validasi E-Modul

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa tingkat kelayakan keseluruhan aspek dari e-modul diperoleh skor sebesar 95% termasuk dalam kategori sangat valid. Secara rinci, aspek penyajian, isi, keselarasan PBL dengan indikator berpikir kritis, ketercapaian tiap indikator berpikir kritis dan kebahasaan masing-masing memperoleh skor berturut-turut sebesar 97%, 95%, 92%, 96%, dan 95% termasuk dalam kategori sangat valid. Dengan demikian e-modul berbasis PBL pada materi virus dinilai layak dan valid untuk diterapkan pada kegiatan pembelajaran. Berikut penjelasan dari setiap aspek yang divalidasi.

a. Kelayakan Penyajian

Pada aspek kelayakan penyajian memperoleh skor 97% termasuk kriteria sangat valid. Persentase tertinggi mencapai 100% pada standar aspek kualitas elemen pendukung penyajian seperti gambar dan video dalam e-modul, sementara persentase yang belum maksimal terlihat pada aspek kualitas penggunaan dan tampilan dua *cover* e-modul dengan persentase skor 83%. Penilaian pada aspek ini bertujuan mengevaluasi tampilan visual dari e-modul, sehingga mampu menarik dan memotivasi belajar siswa melalui pendekatan yang menyenangkan. Berdasarkan penelitian oleh Herdiyanto dkk. (2020), penggunaan media belajar yang interaktif mampu meningkatkan semangat siswa dan menciptakan kondisi belajar yang menyenangkan dalam pembelajaran di kelas.

b. Aspek isi

Pada komponen isi memperoleh skor 95% dengan kriteria sangat valid. Kriteria penilaian panduan penggunaan e-modul memperoleh persentase tertinggi sebesar 100%, sementara persentase yang paling rendah

diperoleh skor 83% terkait kriteria sistematika kegiatan e-modul serta kriteria penilaian kualitas glosarium. Tujuan penilaian komponen ini yakni mengevaluasi isi konten yang dicantumkan pada e-modul agar siswa memahami isi dengan tepat dan memudahkan tercapainya tujuan pembelajaran bagi peserta didik. Menurut penelitian oleh Khoirunisa dkk. (2020), dalam merancang e-modul harus mencermati kualitas isi e-modul yang baik khususnya konsep materi agar menghindari miskonsepsi pada peserta didik.

c. Aspek kesesuaian model PBL dengan aspek berpikir kritis

Pada aspek kesesuaian model PBL dengan aspek berpikir kritis memperoleh persentase skor 92% termasuk kriteria sangat valid. Kriteria penilaian tahapan orientasi masalah memperoleh persentase tertinggi sebesar 100%, sementara kriteria penilaian mengarahkan eksplorasi kelompok memperoleh persentase yang belum maksimal yaitu sebesar 83%. Hal ini berkaitan pada aktivitas dalam e-modul belum terdapat petunjuk yang mengarahkan peserta didik untuk melakukan eksplorasi, sehingga ditambahkan pedoman penggunaan dengan Bahasa yang lugas agar memudahkan pemahaman peserta didik dan pembelajaran dapat terfasilitasi dengan baik. Tujuan penilaian aspek ini yakni mengevaluasi kesesuaian e-modul dengan sintaks model PBL. Hasil validasi menunjukkan kegiatan yang disusun pada e-modul telah relevan dengan sintaks model PBL dan selaras dengan indikator berpikir kritis. Berdasarkan penelitian Pana (2020) pembelajaran biologi yang menggunakan pendekatan PBL berfungsi sebagai solusi bagi siswa untuk mengkonstruksi pemikirannya secara kritis, logis, dan terorganisir.

d. Aspek ketercapaian aspek berpikir kritis

Pada komponen ketercapaian indikator berpikir kritis memperoleh skor 96% termasuk dalam kategori sangat valid. Pada aspek tercapainya elemen berpikir kritis menggunakan langkah PBL memperoleh skor tertinggi 100%, sementara penilaian tercapainya e-modul dengan elemen berpikir kritis mendapatkan persentase yang belum maksimal yaitu sebesar 92%. Hal tersebut membuktikan bahwa e-modul berbasis PBL dinyatakan sesuai dan cocok diimplementasikan dalam pembelajaran khususnya dalam mengasah kecakapan berpikir kritis bagi peserta didik.

e. Aspek Kebahasaan

Pada aspek penilaian kebahasaan mencapai skor 95% dengan kategori sangat valid. Kriteria penilaian tercapainya aspek penggunaan bahasa yang

memanfaatkan sintaks PBL memperoleh persentase tertinggi sebesar 100%, sedangkan kriteria penilaian penggunaan istilah mendapatkan persentase belum maksimal yaitu sebesar 92%. Menurut Herzon (2018), penulisan serta pemilihan kata atau kalimat harus diperhatikan dengan cermat supaya isi materi yang disajikan mudah dimengerti oleh peserta didik.

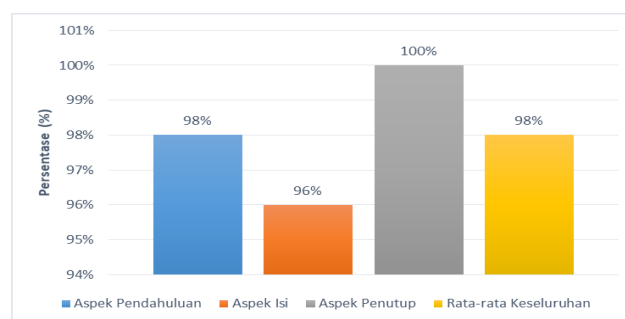
Keseluruhan uji validitas memperoleh hasil sangat valid yang menunjukkan bahwa e-modul berbasis PBL cocok dengan materi yang diajarkan agar memperoleh capaian pembelajaran yang tuntas. Proses selanjutnya setelah e-modul berbasis PBL dinyatakan valid yaitu uji kepraktisan e-modul.

2. Kepraktisan E-Modul

Kepraktisan e-modul dinilai berdasarkan hasil keterlaksanaan kegiatan pembelajaran dan respon peserta didik setelah menggunakan e-modul. Berikut ini data hasil kepraktisan e-modul.

a. Keterlaksanaan Penggunaan E-Modul

Hasil uji keterlaksanaan penggunaan e-modul yang dilakukan oleh empat pengamat dapat ditinjau dalam Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hasil Keterlaksanaan E-Modul

Berdasarkan Gambar 2, diperoleh rata-rata hasil keterlaksanaan penggunaan e-modul pada aspek pendahuluan, isi, dan penutup secara berturut-turut yaitu 98%, 96%, dan 100% dengan kualifikasi sangat baik. Secara keseluruhan dari ketiga komponen tersebut memperoleh hasil rata-rata keterlaksanaan sebesar 98% termasuk dalam kualifikasi sangat baik. Hal tersebut mengindikasikan bahwa seluruh kegiatan dalam e-modul terlaksana dengan baik dan peserta didik dalam kelompok yang berpartisipasi aktif dalam mengerjakan e-modul, sehingga e-modul dapat dikatakan praktis untuk diimplementasikan saat kegiatan pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian Afkarina (2023), kepraktisan

merupakan tingkat kemudahan media ajar untuk diterapkan dalam aktivitas pembelajaran.

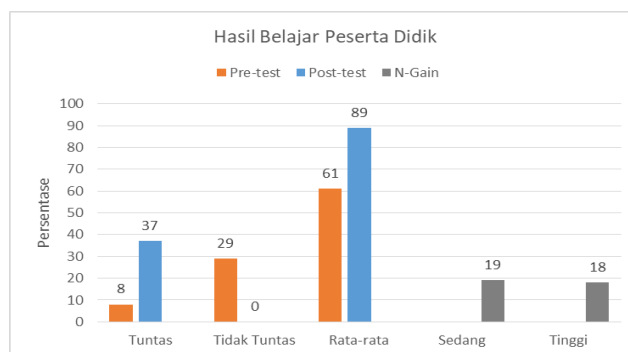
b. Respon Peserta didik

Kepraktisan e-modul disesuaikan dengan respon peserta didik setelah belajar dengan menggunakan e-modul berbasis PBL. Rata-rata hasil angket respon pada aspek penyajian, isi, indikator keterampilan berpikir kritis menggunakan model PBL, dan kebahasaan secara berturut-turut yaitu 100%, 97%, 97%, dan 100% dengan kapabilitas sangat positif. Secara keseluruhan dari keempat aspek didapatkan hasil rata-rata mencapai 98% termasuk kriteria sangat positif. Hal ini mengindikasikan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki desain yang menarik, sehingga mampu meningkatkan motivasi belajar. Berdasarkan saran dan kritik oleh peserta didik pada lembar angket respon bahwa sebagian besar mengatakan e-modul memiliki tampilan gambar virus dan video pembelajaran yang telah sesuai dengan konsep materi virus, sehingga memudahkan peserta didik memahami materi virus dengan baik.

Berdasarkan penjelasan tersebut menunjukkan bahwa dari keseluruhan siswa yang telah memanfaatkan e-modul berbasis PBL memberikan tanggapan positif terhadap e-modul yang dihasilkan. E-modul dinilai memiliki beragam fitur menarik dan praktis dalam penggunaannya. Dengan demikian keterlaksanaan pembelajaran dan respon siswa terhadap e-modul dinyatakan sesuai dan praktis dalam penggunaannya untuk diimplementasikan pada proses pembelajaran guna melatih kecakapan berpikir kritis. Proses selanjutnya yakni uji keefektifan pada e-modul yang dikembangkan.

3. Keefektifan E-Modul

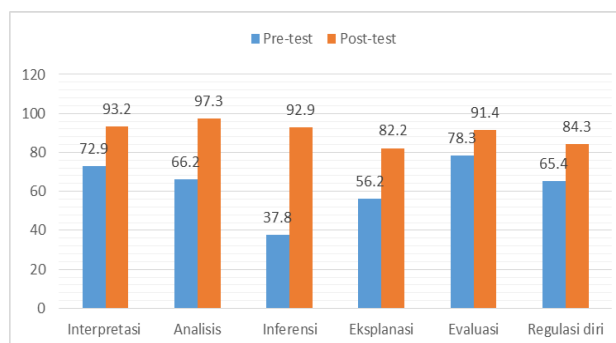
Keefektifan e-modul ditinjau dari hasil belajar peserta didik melalui soal *pre-test* dan *post-test* yang diselenggarakan dengan indikator berpikir kritis. E-modul yang dikembangkan dianggap efektif apabila nilai *pre-test* terjadi peningkatan pada nilai *post-test*. Berikut disajikan data hasil belajar pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Belajar tiap Indikator

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa hasil *pretest* yang didapatkan yaitu 8 orang memperoleh nilai tuntas dan 29 orang memperoleh nilai tidak tuntas, sedangkan hasil *post-test* peserta didik secara keseluruhan mendapatkan nilai di atas 75. Jika ditinjau dari nilai awal yaitu *pre-test*, sebagian besar peserta didik tidak memperoleh nilai ≥ 75 , namun setelah menggunakan e-modul berbasis PBL, peserta didik berhasil menunjukkan peningkatan pada nilai *post-test* mencapai nilai ≥ 75 . Hasil *post-test* yang didapatkan yaitu 37 peserta didik dinyatakan tuntas dengan persentase ketuntasan sebesar 100% dan rata-rata perolehan nilai di atas 75. Hal ini dibuktikan oleh rata-rata hasil keseluruhan yang diperoleh adalah 89% dan tercapainya skor *N-Gain* mencapai 0,7 yang tergolong tinggi (Hake, 1999).

Hasil ketuntasan belajar peserta didik juga menunjukkan peningkatan hasil ketercapaian pada setiap indikator keterampilan berpikir kritis yang ditampilkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Hasil Belajar tiap Indikator

Hasil belajar yang didapatkan mengalami peningkatan berdasarkan tiap indikator berpikir kritis yang dilatihkan. Ketercapaian hasil belajar mendapatkan skor yang baik karena sejalan dengan hasil pengerjaan

e-modul berbasis PBL pada kegiatan merumuskan masalah, menyaksikan video pembelajaran dan video berita terkait virus, melakukan penyelidikan, menyajikan hasil, menganalisis data, menarik kesimpulan, mengevaluasi, dan merefleksikan diri. Selain itu, peserta didik telah mampu melakukan penyelidikan dan mengkomunikasikan hasil karya dengan sangat baik.

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui rekapitulasi persentase hasil tes untuk tiap indikator berpikir kritis. Pada indikator interpretasi diperoleh hasil *pre-test* sebesar 72,9% dan meningkat menjadi 93,2% pada hasil *post-test* dengan kriteria sangat baik. Melalui analisis hasil belajar peserta didik terkait ciri-ciri virus yang diklasifikasikan sebagai entitas peralihan antara organisme hidup dan benda mati serta identifikasi gambar siklus reproduksi virus, diketahui bahwa peserta didik awalnya mengalami kesulitan untuk mengidentifikasi pertanyaan yang diberikan saat *pre-test*. Namun setelah memahami konsep materi yang terlatihkan pada fitur *Bio-Concept* dan *Bio-Activity* dalam e-modul, peserta didik sudah mulai memahami dengan optimal pertanyaan pada soal sehingga peserta didik dapat menginterpretasi materi virus dengan baik. Menurut penelitian Agnafia (2019) indikator interpretasi merupakan bagian terpenting dalam indikator bernalar kritis yang perlu dikuasai oleh peserta didik.

Selanjutnya pada indikator analisis diperoleh hasil *pre-test* sebesar 66,2% dan meningkat menjadi 97,3% pada hasil *post-test* dengan kriteria sangat baik. Hal tersebut diketahui dari hasil siswa menjawab soal terkait mengidentifikasi struktur virus corona dan menganalisis infeksi virus HIV bahwa siswa telah terampil untuk menganalisis dan mengidentifikasi struktur virus yang dibuktikan dengan meningkatnya hasil belajar siswa saat *post-test*, sehingga disimpulkan bahwa peserta didik memiliki kecakapan berpikir kritis analisis dengan baik. Peningkatan yang diperoleh siswa terjadi karena siswa telah mempelajari terkait struktur virus dan peranan virus bagi kehidupan yang tercantum dalam fitur *Bio-Concept* pada e-modul berbasis PBL.

Pada indikator inferensi mengalami peningkatan paling signifikan diantara keenam indikator berpikir kritis. Hasil *pre-test* diperoleh sebesar 37,8% dan meningkat menjadi 92,9% pada hasil *post-test* yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa rendahnya hasil *pre-test* disebabkan karena peserta didik belum mampu dalam mengidentifikasi pertanyaan terkait ciri-ciri virus mosaik (TMV) penyebab penyakit bercak kuning pada tanaman tembakau serta siswa mengalami kesulitan dalam

menyimpulkan pemanfaatan virus dalam bidang bioteknologi. Namun setelah peserta didik dilatihkan dengan e-modul berbasis PBL yang terdapat aktivitas melatihkan indikator inferensi pada fitur *Bio-Watch*, *Bio-Concept* dan *Bio-Activity*, maka siswa mampu mengidentifikasi dan menarik kesimpulan dan hasil *post-test* terjadi peningkatan yang sangat baik.

Selanjutnya indikator eksplanasi diperoleh hasil *pre-test* mencapai 56,2% dan meningkat menjadi 82,2% pada hasil *posttest* dengan kriteria baik. Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa peningkatan hasil tes belum signifikan karena peserta didik belum maksimal dalam mengemukakan ide, pendapat, dan solusi pemecahan masalah. Hal tersebut terlihat dari analisis hasil siswa yang masih belum mampu menjelaskan perbedaan siklus replikasi virus bakteriofag. Namun setelah menyelesaikan permasalahan terkait siklus replikasi virus bakteriofag yang ada di e-modul berbasis PBL pada fitur *Bio-Activity*, siswa jadi lebih memahami dan dapat mengemukakan ide pada soal *post-test*, sehingga hasil yang diperoleh mengalami peningkatan. Menurut penelitian Agnafia (2019), indikator eksplanasi dapat melatihkan peserta didik dalam meningkatkan penalaran dan pemikiran yang kritis, sehingga dibutuhkan keberanian dan penguasaan konsep yang baik bagi siswa.

Pada indikator evaluasi diperoleh hasil *pre-test* mencapai ketuntasan sebesar 78,3% dan meningkat menjadi 91,4% pada hasil *post-test* termasuk dalam kategori sangat baik. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil tes peserta didik dan keterampilan berpikir kritis indikator evaluasi terjadi peningkatan setelah menyelesaikan persoalan dalam fitur *Bio-Concept* pada e-modul. Hal tersebut membuktikan bahwa peserta didik mampu menilai suatu pernyataan terkait virus dengue yang menyerang manusia serta mampu menganalisis penyebab virus HIV. Hal ini selaras dengan penelitian Afkarina (2023), bahwa indikator evaluasi dapat tercapai apabila peserta didik mampu menilai suatu pernyataan masalah dengan menggunakan penalaran yang dimiliki.

Selanjutnya pada indikator yang terakhir yaitu indikator regulasi diri diperoleh hasil *pre-test* sebesar 65,4% dan meningkat menjadi 84,3% pada hasil *post-test* dengan kriteria baik. Melalui hasil analisis hasil belajar siswa terkait pencegahan infeksi virus corona, diketahui siswa ada yang masih kebingungan untuk mengidentifikasi tindakan pencegahan untuk meminimalkan infeksi virus. Namun setelah memahami konsep materi yang tercantum pada fitur *Bio-Activity* dan *Bio-Eval* dalam e-modul, peserta didik sudah mulai

memahami dengan optimal pertanyaan pada soal sehingga peserta didik mampu mengidentifikasi tindakan pencegahan infeksi virus dengan baik serta mampu memberikan upaya solusi penyelesaian masalah yang baik berdasarkan pengalaman belajarnya..

Berdasarkan penjelasan tersebut, ketercapaian keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat dikatakan efektif untuk dilaksanakan pada pembelajaran materi virus. Peningkatan ketercapaian keterampilan berpikir kritis dipengaruhi sesudah pembelajaran dengan memanfaatkan e-modul berbasis PBL. Menurut Astuti dkk. (2016), bahwa sintaks PBL relevan dan cocok dalam melatih kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis.

Dengan demikian, dari penjelasan terlihat bahwa e-modul berbasis PBL merupakan bahan ajar yang terbukti valid, praktis digunakan, dan efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis, sehingga layak dilaksanakan dalam kegiatan pembelajaran. Pemanfaatan e-modul berbasis PBL dapat menjadi alternatif bahan ajar yang efektif sebagai sarana pendukung dalam pembelajaran khususnya materi virus. Selain itu, e-modul ini memiliki keunikan yaitu memiliki berbagai fitur menarik yang disajikan dalam e-modul, sehingga lebih memotivasi dan menarik peserta didik untuk mempelajari materi virus serta dapat mencapai hasil belajar yang optimal.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian ini telah menghasilkan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi virus untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X SMA yang valid, praktis dan efektif. E-modul ini mendapatkan hasil sangat valid dengan tingkat validitas mencapai 95% berdasarkan penilaian terhadap aspek penyajian, isi, keselarasan model PBL dengan indikator berpikir kritis, pencapaian indikator berpikir kritis serta aspek kebahasaan oleh tiga validator ahli. Dari segi kepraktisan, e-modul ini mendapatkan hasil sangat praktis, dengan keterlaksanaan pembelajaran yang dinilai sangat baik dengan persentase sebesar 98% serta tanggapan peserta didik yang sangat positif dengan persentase sebesar 98% termasuk kategori sangat positif. Selain itu, efektivitas e-modul berbasis PBL pada materi virus terbukti mampu melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas X secara efektif, dengan skor *N-Gain* sebesar 0,7 yang tergolong tinggi dan memenuhi kriteria ketuntasan.

Saran

E-modul dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam proses pembelajaran dan penelitian pengembangan terutama melatih indikator keterampilan berpikir kritis yaitu eksplanasi dan regulasi diri.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Mahanani Tri Asri, M.Si., Dr. Ulfi Faizah, S.Pd., M.Si. dan Nanik Pratiningrum S.Pd., M.M. sebagai validator e-modul berbasis PBL pada materi virus. Selain itu peneliti juga berterima kasih kepada peserta didik kelas X-8 SMAN 1 Manyar Gresik telah memberikan respon dan saran terhadap e-modul berbasis PBL pada materi virus.

DAFTAR PUSTAKA

- Afkarina, Nahdiyah. 2023. Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis *Problem Based Learning* Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA. *Bioedu*. Vol. 12(3): hal. 630-643.
- Agnafia, D. N. 2019. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi. *Florea*. Vol. 6(1): hal. 45-53.
- Almunawarah, R., & Bahri, A. 2023. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA Negeri 8 Makassar. *Jurnal Literasi*. Vol. 07 (1): hal. 20-29.
- Astuti, H. R., Prayitno, B. A., dan Suwarno. 2016. Penerapan *Problem Based Learning* pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X MIA 3 SMA Negeri 3 Surakarta. *Bio-Pedagogi*. Vol. 5(1): hal. 38-42.
- Erwanto. 2020. Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Konsep Keanekaragaman Hayati melalui *Problem Based Learning*. *Jurnal Kependidikan*. Vol. 6 (3): hal. 578-587.
- Facione, P. A. 2015. *Critical thinking: What it is and why it Counts*. San Jose: The California Academic Press.
- Fitriyah, I. M. N., & Ghofur, M. A. 2021. Pengembangan E-LKPD Berbasis Android dengan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*. Vol. 3 (5): hal. 1957-1970.
- Hake, R.R. 1999. *Analyzing Change/Gain Scores*. Indiana: Indiana University.

- Harahap, P. D., Restuati, M. & Hardiansyah. 2017. Pengaruh Model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa pada Materi Pokok Bahasan Virus di Kelas X MAN Rantau Prapat. *Jurnal Pelita Pendidikan*. Vol. 5 (01): hal. 47-51.
- Herdianto, D. M., Sulton, & Praherdhiono, H. 2020. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif pada Materi Tema Tanah bagi Siswa Tunagrahita. *JKTP*. Vol 3 (1): hal. 88-96.
- Herzon, H. H., Budijanto, B., & Utomo, D. H. 2018. Pengaruh *Problem Based Learning* (PBL) terhadap Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*. Vol. 3(1): hal. 42-46.
- Kemendikbud. 2019. Pendidikan Karakter Dorong Tumbuhnya Kompetensi Siswa Abad 21, (online). (<https://gtk.kemdikbud.go.id/read-news/pentingnya-4-c-untuk-menghadapi-abad-21>, diakses 15 Mei 2024).
- Khoirunnisa, L, Sitompul, S. S., & Mursyid, S. 2020. Remediasi Miskonsepsi Menggunakan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan *Mind Mapping* Tentang Usaha di SMA. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*. Vol. 9(9): hal. 1-9.
- Kimianti, F. 2019. Pengembangan E-Modul IPA Berbasis *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Sains. *Tesis*. Yogyakarta: Pendidikan Sains. Program Pascasarjana. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kismawati, R., Ernawati. T., & Winingsih, P. H. 2022. Pengembangan E-Komik Berbasis *Heyzine Flipbook* pada Materi Sistem Pencernaan bagi Peserta Didik Kelas VIII SMP. *Wacana Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan*. Vol. 6 (3): hal. 359-370.
- Mahmudah, S., Kirana, T., & Rahayu, Y. S. 2022. Profile of Students' Critical Thinking Ability: Implementation of E-Modul Based on Problem-Based Learning. *IJORE: International Journal of Recent Educational Research*. Vol. 3 (4): hal. 478-488.
- Malina, I., Yuliani, H., & Syar, N. I. 2021. Analisis Kebutuhan E-Modul Fisika sebagai Bahan Ajar Berbasis PBL di MA Muslimat NU. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*. Vol. 3 (1): hal. 70-80.
- Mulyasari, P. J. 2021. Pengembangan E-Modul Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar dalam Pembelajaran Jarak Jauh pada Mata Pelajaran Ekonomi. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*. Vol. 3 (4): hal. 2220-2236.
- Nurjanah, N., & Trimulyono, G. 2022. Pengembangan E-LKPD Berbasis *Problem Based Learning* untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir pada Materi Hereditas Manusia. *Bioedu*. Vol. 11(3): hal. 765-774.
- Pana, I. A. 2020. Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Melalui Penerapan *Problem Based Learning* pada Mata Pelajaran Biologi (Studi Kasus SMA Negeri 5 Model Palu). *Tapis: Jurnal Penelitian Ilmiah*. Vol. 4 (1): hal. 147-173.
- Purwanto, E. A., & Sulistyastuti, D. R. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif: Untuk Administrasi Publik Dan Masalah-Masalah Sosial*. Gava Media.
- Riduwan. 2016. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Riduwan & Sunarto. 2013. *Pengantar Statistika untuk Penelitian: Pendidikan, Sosial, Komunikasi, Ekonomi dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Wulandari, R., Wardhani, S., & Nawawi, S. 2020. Pengaruh Model *Problem Based Learning* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Materi Keanekaragaman Hayati. *Biology Education Science & Technology*. Vol 3 (1): hal. 45-53.