

PENGEMBANGAN E-MODUL MATERI VIRUS BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK KELAS X SMA

Development of E-Module of Virus Material Based on Scientific Approach to Train Critical Thinking Skills of Grade X Students of High School

Mega Setiyalis Tianah

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

E-mail: megasetiyalis.20039@mhs.unesa.ac.id

Mahanani Tri Asri

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

E-mail: mahananiasri@unesa.ac.id

Abstrak

Berpikir kritis adalah keterampilan fundamental yang diperlukan untuk menghadapi tantangan perkembangan zaman termasuk ke dalam keterampilan kompetensi pendidikan berkualitas *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang perlu untuk dikuasai. Berpikir kritis dapat dilatih dengan pendekatan saintifik. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan bahan ajar yang relevan, yaitu e-modul yang didasarkan pada pendekatan saintifik, dengan fokus pada peningkatan keterampilan berpikir kritis pada materi virus. Proses pengembangan e-modul mengikuti model 4-D (*Define, Design, Develop, and Disseminate*). Parameter penelitian ini meliputi validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa e-modul memiliki validitas sebesar 89% tergolong sangat valid. Keterbacaan e-modul terukur pada level 10 kategori praktis. Respon peserta didik menunjukkan tanggapan positif, mencapai 96%. Indikator keterampilan berpikir kritis tercapai sebesar 90%, berada pada kategori sangat baik, dan nilai N-gain sebesar 0,8 tergolong tinggi. Indikator berpikir kritis interpretasi skor N-gain 0,9 kategori tinggi, indikator berpikir kritis analisis skor N-gain 0,7 kategori sedang, indikator berpikir kritis evaluasi skor N-gain 0,7 kategori sedang, indikator berpikir kritis inferensi skor N-gain 0,8 tinggi, indikator berpikir kritis eksplanasi skor N-gain 0,7 kategori sedang. Dengan demikian, e-modul berbasis pendekatan saintifik ini dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar untuk mata pelajaran Biologi kelas X SMA berdasarkan validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya.

Kata Kunci: E-modul, virus, pendekatan saintifik, keterampilan berpikir kritis, riset pendidikan.

Abstract

Critical thinking is a fundamental skill needed to face the challenges of the times including the Sustainable Development Goals (SDGs) quality education competency skills that need to be mastered. Critical thinking can be trained with a scientific approach. This research was conducted to develop relevant teaching materials, namely e-modules based on the scientific approach, with a focus on improving critical thinking skills on virus material. The e-module development process follows the 4-D model (Define, Design, Develop, and Disseminate). The parameters of this study include validity, practicality, and effectiveness. The evaluation results show that the e-module has a validity of 89%, classified as very valid. The readability of the e-module was measured at level 10 of the practical category. Learners' responses showed positive responses, reaching 96%. Indicators of critical thinking skills were achieved by 90%, in the very good category, and the N-gain value of 0.8 was classified as high. Critical thinking indicators of interpretation N-gain score 0.9 high category, critical thinking indicators of analysis N-gain score 0.7 medium category, critical thinking indicators of evaluation N-gain score 0.7 medium category, critical thinking indicators of inference N-gain score 0.8 high, critical thinking indicators of explanation N-gain score 0.7 medium category. Thus, this e-module based on the scientific approach is declared feasible to use as teaching material for Biology class X SMA based on its validity, practicality, and effectiveness.

Keywords: E-module, virus, scientific approach, critical thinking skills, education research.



PENDAHULUAN

Pembelajaran abad 21 mempengaruhi berkembangnya teknologi dalam bidang pendidikan di Indonesia yang mengharuskan setiap peserta didik mempunyai keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi dan kreatif pada kegiatan pembelajaran (Siregar, 2022). Kemajuan teknologi ini menjadi faktor penting yang memengaruhi sektor pendidikan. Pendidikan di seluruh dunia harus terus menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi untuk meningkatkan kualitasnya terutama dalam proses belajar di sekolah (Agustian & Salsabila, 2021). Pentingnya pendidikan dalam membentuk karakter dan kualitas SDM sangat signifikan, di tengah persaingan global yang ketat, kurikulum merdeka belajar menjadi solusi untuk memenuhi tuntutan tersebut dan menyiapkan individu agar mampu bersaing secara efektif dalam dunia kerja (Amalia, 2022).

Berpikir kritis merupakan salah satu tuntutan abad 21. Kurniasih & Hakim (2020) menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan yang melibatkan proses pemikiran logis yang bertujuan untuk membuat keputusan yang tepat. Menurut Facione (2015), berpikir kritis terdiri dari enam aspek indikator yaitu interpretasi, inferensi, analisis, evaluasi, eksplanasi, dan regulasi diri. Keterampilan berpikir kritis penting bagi peserta didik agar dapat mengartikulasikan ide-ide dengan jelas, menghadapi tantangan yang ada dengan solusi yang tepat, dan mampu menyaring informasi yang diterima. Proses ini tidak hanya memperbaiki keterampilan analitis tetapi juga membentuk karakter yang cermat, gigih, dan bertanggung jawab (Yunita *et al.*, 2019).

Menurut pengajar biologi di SMA Negeri 1 Cerme Kabupaten Gresik banyak peserta didik di sekolah tersebut yang memiliki kekurangan dalam kemampuan berpikir kritis. Kekurangan ini terlihat dari perilaku peserta didik saat proses pembelajaran dilakukan contohnya kecenderungan peserta didik menghafal informasi dan rumus daripada memahami konsep yang diajarkan. Selain itu, partisipasi peserta didik dalam pembelajaran masih terbilang rendah, dilihat dari minimnya keberanian peserta didik dalam bertanya dan menyampaikan pendapat. Kesimpulannya, peserta didik lebih banyak memfokuskan perhatian pada guru tanpa melakukan analisis, kritik, atau evaluasi terhadap materi yang disampaikan.

Menurut Liana (2020), Agar peserta didik lebih aktif dalam berpikir kritis, mengaitkan data, dan menyampaikan informasi, diperlukan sebuah metode

pembelajaran yang efektif yaitu pendekatan saintifik. Pendekatan saintifik adalah metode yang mengintegrasikan prinsip-prinsip ilmiah dalam prosesnya, dimulai dari pengumpulan data melalui observasi, bertanya, melakukan eksperimen, mengolah informasi, dan menyampaikan hasilnya (Kamil *et al.*, 2022). Hernawati *et al.*, (2018), menyebutkan pendekatan saintifik terdiri dari beberapa tahapan yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar, dan mengomunikasikan. Melalui pendekatan ini, kemampuan intelektual peserta didik, terutama keterampilan dalam berpikir kritis, dapat ditingkatkan.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) selalu memengaruhi metode pembelajaran, termasuk pengaruhnya terhadap media pembelajaran dan bahan ajar seperti modul. Latifah *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa e-modul merupakan bahan ajar sistematis dan menggunakan bahasa yang dapat dimengerti, disesuaikan dengan tingkat pengetahuan dan usia peserta didik. Tujuan dari modul yaitu mendorong peserta didik untuk melatih pemahaman materi secara mandiri dengan sedikit arahan dari pendidik. Modul pertama kali diciptakan dalam format cetak, tetapi seiring perkembangan ilmu dan teknologi, modul kini berkembang menjadi bentuk elektronik, yang dikenal sebagai e-modul (Dewi & Lestari, 2020).

Berdasarkan survei yang dilakukan di SMAN 1 Cerme Kabupaten Gresik peserta didik kelas X, mayoritas menggunakan *gadget* dalam kesehariannya, sehingga penggunaan e-modul diperlukan karena sangat membantu peserta didik dalam belajar mendalami materi. Pengembangan e-modul yang mencakup teks, gambar, grafik, animasi, dan video diharapkan dapat memicu minat dan motivasi belajar peserta didik. Selain itu, adanya e-modul diharapkan membantu guru dalam mengajar dan sebagai inovasi dalam kegiatan belajar. Penelitian yang dilakukan oleh Mutmainnah *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa e-modul dapat meningkatkan hasil belajar secara signifikan. Hal ini dibuktikan dengan analisis N-gain yang menunjukkan angka 0,83 dan masuk dalam kategori tinggi.

Pengembangan e-modul dalam penelitian ini berfokus pada materi tentang virus. Mayoritas peserta didik SMA Negeri 1 Cerme kelas X SMA menyatakan bahwa materi virus dianggap sulit. Hal ini disebabkan oleh tingginya jumlah materi yang harus dihafal serta kurangnya fasilitas untuk mengamati virus secara langsung. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Salsabila & Trimulyono, (2023) yakni penggunaan banyak istilah teknis dalam materi

virus menambah kesulitan bagi peserta didik dalam belajar dan menghafal. Akibatnya, hasil belajar peserta didik dalam materi virus cenderung rendah. Berdasarkan wawancara dengan guru biologi juga menyebutkan bahwa hasil ulangan harian virus terdapat 62% yang nilainya masih di bawah KKM.

Kemampuan berpikir kritis harus diterapkan pada materi virus agar peserta didik dapat menganalisis konsep atau gagasan dengan cara yang lebih khusus, membedakannya, memilih, mengidentifikasi, mengkaji, dan mengembangkannya dengan lebih baik (Muttaqin *et al.*, 2023). Selain itu, diperlukan bahan ajar e-modul yang memuat pendekatan berpikir kritis untuk mengatasi permasalahan terkait materi virus. Tujuannya adalah memperbaiki pemahaman kognitif peserta didik sehingga berdampak positif pada mutu pembelajaran yang lebih optimal (Agustine *et al.*, 2020). Dengan demikian, dilakukan penelitian dengan judul "Pengembangan E-modul Materi Virus Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA" sehingga diperoleh E-modul yang valid dan praktis.

METODE

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan (*Research and Development*) model 4-D yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Penelitian dikerjakan bulan Januari-Desember 2024 di Program Studi S1 Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya. Sedangkan tahap uji coba produk dilaksanakan di SMA Negeri 1 Cerme Kabupaten Gresik. Penelitian ini menargetkan peserta didik kelas X di SMA Negeri 1 Cerme Gresik sebagai subjek, yang menggunakan e-modul berbasis pendekatan saintifik pada materi virus. Kelompok ini terdiri dari 37 siswa pada semester ganjil tahun ajaran 2024-2025 dan bersifat heterogen, mencakup berbagai jenis kelamin serta beragam tingkat pencapaian akademik.

Prosedur pengembangan tahap pertama yaitu *define* (pendefinisian) yang merupakan proses penentuan dan perincian persyaratan yang dibutuhkan dalam pembelajaran, serta pengumpulan berbagai informasi yang relevan untuk pengembangan produk. Tahap ini dilakukan analisis awal-akhir dengan mengidentifikasi masalah-masalah utama yang muncul dalam pengembangan e-modul. Analisis peserta didik dengan pengamatan terhadap sifat-sifat khas yang mereka miliki. Analisis tugas dengan memperhatikan Capaian

Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) yang relevan dengan materi yang akan dikembangkan menggunakan media e-modul. Analisis konsep dengan merinci konsep-konsep pada materi virus. Serta analisis tujuan pembelajaran sebagai pedoman untuk menjaga agar penelitian tetap konsisten dengan tujuan awal.

Tahap kedua yaitu *design* (perencanaan) pemilihan format dan perancangan awal. Pemilihan format didasarkan pada kriteria yang terdapat dalam modul antara lain rumusan tujuan pembelajaran yang jelas dan terperinci, petunjuk penggunaan modul, materi pembelajaran, lembar kerja untuk peserta didik, kunci jawaban lembar kerja, lembar evaluasi, dan kunci jawaban evaluasi, yang disusun oleh penulis modul tersebut. Setelah dilakukan pemilihan format, dilakukan perancangan awal yang menghasilkan draf pertama untuk dievaluasi oleh dosen pembimbing. Umpan balik dari dosen pembimbing digunakan untuk memperbaiki e-modul dan hasilnya akan menjadi draft kedua dari e-modul. Rancangan ini kemudian akan disetujui untuk dipresentasikan dalam seminar.

Tahap *develop* (pengembangan) meliputi pengembangan E-modul yang disesuaikan dengan hasil validasi oleh ahli serta hasil uji coba pada peserta didik. Validasi oleh ahli bertujuan untuk memeriksa dan menilai konten materi mengenai virus dalam E-modul sebelum dilakukan uji coba. Setelah mendapatkan persetujuan dari para ahli, tahap berikutnya adalah melakukan uji coba terbatas di lapangan untuk menilai sejauh mana efektivitas penerapan media e-modul dalam pembelajaran di kelas. Uji coba ini melibatkan pengukuran keterampilan berpikir kritis siswa serta penilaian terhadap hasil belajar mereka. Berdasarkan hasil uji coba ini, dilakukan perbaikan pada media e-modul, yang disesuaikan dengan temuan dan umpan balik yang diperoleh dari uji coba lapangan tersebut.

Tahap *disseminate* (penyebaran) merupakan tahapan ketika melaksanakan penyebaran produk E-modul. Tahap ini berfokus pada penyebaran e-modul ke berbagai platform media. Dalam penelitian ini, disseminasi dilakukan secara terbatas, dengan penekanan pada penyebaran dan promosi produk akhir e-modul kepada guru Biologi di SMA Negeri 1 Cerme, Kabupaten Gresik. Selain itu, peneliti juga melakukan publikasi artikel pada jurnal berkala ilmiah pendidikan biologi. Parameter penelitian ini dua macam, yaitu validitas, dan kepraktisan e-modul berbasis pendekatan saintifik pada materi virus. Validitas e-modul dievaluasi berdasarkan kelayakan penyajian materi, ketepatan konsep, serta kesesuaian



bahasa yang digunakan. Kepraktisan e-modul dinilai dari aspek keterbacaan dan tanggapan peserta didik terhadap materi.

Analisis validitas E-modul dilakukan berdasarkan data hasil telaah produk oleh validator. Hasil analisis dihitung dengan menggunakan kriteria skor pada lembar validasi komponen materi, penyajian, dan bahasa. Setelah analisis data selesai, hasilnya diinterpretasikan sesuai dengan kriteria penilaian skala Likert. Kriteria tersebut menyatakan bahwa nilai satu memiliki kategori kurang baik, nilai dua memiliki kategori cukup baik, nilai tiga memiliki kategori baik, sedangkan nilai empat memiliki kategori sangat baik (Riduwan, 2016). Untuk mengetahui hasil skor validasi, skor rata-rata dari ketiga validator dihitung. Hasil validasi selanjutnya diinterpretasikan dengan persamaan.

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

Selanjutnya, hasil perhitungan kelayakan e-modul dimasukkan ke dalam lima kriteria. E-modul yang dikembangkan dianggap layak jika memperoleh nilai setidaknya $\geq 71\%$ atau kategori valid.

Analisis kepraktisan E-modul terdiri dari analisis keterbacaan dan respon peserta didik terhadap E-modul. Metode perhitungan keterbacaan e-modul diambil pada bagian awal, tengah dan juga akhir dari e-modul. Pertemuan garis vertikal dan horizontal pada grafik fry selanjutnya dianalisis dengan harapan pertemuan tersebut jatuh pada daerah 10,11, atau 12. Sedangkan analisis respons peserta didik dilakukan dengan menggunakan angket yang memuat pertanyaan menggunakan skala Guttman. Selain berisi angket, peserta didik dapat memberikan tanggapan beserta saran terhadap e-modul yang dikembangkan dengan menuliskannya pada lembar yang telah disediakan. Keseluruhan hasil respons peserta didik selanjutnya dilakukan analisis sehingga dapat digunakan dalam penilaian kepraktisan e-modul bersama dengan hasil keterbacaan.

Untuk mengetahui persentase respons siswa tentang kualitas dan hubungannya dengan e-modul pada materi virus, digunakan rumus berikut.

$$\text{Kepraktisan (\%)} = \frac{\sum \text{jawaban ya}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (2)$$

Selanjutnya, hasil persentase diinterpretasikan sesuai dengan kriteria untuk mengetahui kepraktisan e-modul yang dibuat berdasarkan tanggapan peserta didik. Media e-modul dianggap praktis jika tingkat respons peserta didik $\leq 75\%$ atau berada dalam kategori praktis.

Analisis keefektifan ditinjau dari hasil belajar peserta didik menggunakan nilai *pre-test* dan *post-test*. Tujuan dari kedua tes ini adalah untuk mengetahui apakah peserta didik lebih baik sebelum dan sesudah menggunakan e-modul berbasis pendekatan saintifik yang dikembangkan. Ketercapaian setiap indikator berpikir kritis dan indikator materi virus yang dilatihkan diperoleh dengan rumus berikut :

$$K(\%) = \frac{\sum \text{siswa yang benar pada indikator a}}{\sum \text{siswa keseluruhan}} \times 100\% \dots (3)$$

Selanjutnya dilakukan analisis peningkatan hasil belajar peserta didik dengan menggunakan rumus gain berdasarkan nilai *pre-test* dan *post-test*. Peningkatan dihitung dengan rumus:

$$N\text{-gain} = \frac{\sum \text{skor posttest} - \sum \text{skor pretest}}{\sum \text{skor maksimal-skoe pretest}} \dots (4)$$

Hasil perhitungan *gain score* diinterpretasikan untuk mengetahui hasil peningkatan kemampuan hasil belajar peserta didik. E-modul berbasis pendekatan saintifik pada materi virus dikatakan efektif apabila ketercapaian indikator berpikir kritis dan indikator materi virus mendapat persentase $\geq 71\%$ atau kategori baik dan memenuhi *N-gain* sebesar $> 0,7$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Model pengembangan yang diterapkan pada penelitian ini adalah model 4-D yang terdiri dari 4 tahapan yakni *Define*, *Design*, *Develop*, *Disseminate*. Hasil penelitian berupa produk e-modul materi virus berbasis pendekatan saintifik untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X SMA E-modul yang dibuat mencakup bagian dari pendahuluan, isi, dan penutup. E-modul memuat materi virus pada sub-bab sejarah virus, bentuk dan struktur virus, replikasi virus dan peranan virus. Indikator keterampilan berpikir kritis yang dilatih kepada peserta didik yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi. Keterampilan berpikir kritis dilatihkan dengan menggunakan pendekatan saintifik yang tertuang dalam fitur-fitur pada e-modul yaitu “*Let’s Observe!*”, “*Let’s Ask Questions!*”, “*Let’s Think!*”, “*Let’s Explore!*”, “*Let’s Discuss!*”. E-modul yang berbentuk *flip* dengan menggunakan *heyzine* yang dapat memuat video materi, soal evaluasi, panduan penskoran, “Bio Info”, jurnal refleksi dan kunci jawaban yang sudah *hyperlink* sehingga dapat dikerjakan dan



digunakan secara *online* atau digital. Akses dan tampilan e-modul termuat dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Akses dan Tampilan E-modul

Tampilan e-modul	Keterangan
	Halaman sampul depan e-modul materi virus. Terdapat ilustrasi mengenai virus sehingga memudahkan pembaca untuk mengetahui bahwa e-modul berkaitan dengan virus. Pada sampul depan terdapat informasi mengenai e-modul.
	Prakata dalam e-modul berisi ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang berperan dalam pengembangan e-modul, serta permohonan maaf dan pemintaan kritik apabila ada yang perlu diperbaiki pada e-modul
	Daftar isi berisi konten-konten yang ada pada e-modul sehingga memudahkan pembaca untuk mengetahui halaman yang ingin dituju, selain itu daftar isi ini bisa diklik dan membawa pembaca ke halaman yang diinginkan.
	Petunjuk penggunaan e-modul berisi langkah-langkah penggunaan e-modul digunakan untuk mempermudah peserta didik dalam menggunakan e-modul selama proses pembelajaran.

Tampilan e-modul	Keterangan
	Halaman awal sub-bab setiap aktivitas terdapat tujuan dari pembelajaran yang ada di e-modul virus. Tujuan pembelajaran mengandung indikator berpikir kritis. Serta terdapat kata kunci sebagai kata-kata penting dalam setiap sub-babnya.
	Tampilan dalam e-modul materi virus. Di dalamnya terdapat materi, kegiatan-kegiatan yang harus diselesaikan oleh peserta didik sesuai dengan tahapan saintifik dan berpikir kritis
	Glosarium membantu peserta didik menemukan arti kata-kata yang dirasa sulit oleh peserta didik serta kata-kata penting dalam setiap sub-bab yang dipelajari. Glosarium membantu peserta didik untuk mencari informasi sehingga lebih paham terhadap pembelajaran.
	Tampilan sampul belakang e-modul materi virus perpaduan warna putih dan kuning memberikan kesan ceria dan terdapat logo unesa untuk menujukkan tempat pengembangan e-modul.

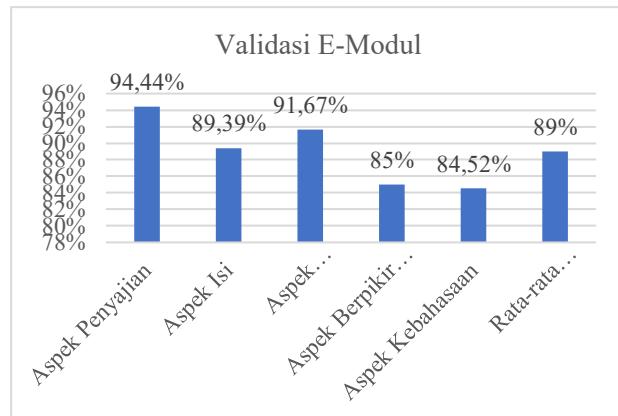
Tabel 2. Fitur pada E-modul

Fitur e-modul	Keterangan
	Fitur "Let's Observe!" sesuai dengan tahapan pendekatan saintifik yaitu "Mengamati" untuk melatih indikator keterampilan berpikir kritis "Interpretasi"
	Fitur "Let's Ask Questions!" sesuai dengan tahapan pendekatan saintifik

Fitur e-modul	Keterangan	Fitur e-modul	Keterangan
	yaitu "Menanya" untuk melatih indikator keterampilan berpikir kritis "Analisis"		Jurnal refleksi untuk menuliskan permasalahan yang dihadapi peserta didik selama menggunakan e-modul. Manfaat jurnal refleksi adalah untuk menyalurkan ungkapan dari proses pembelajaran yang berlangsung dan dilakukan
	Fitur "Let's Explore!" sesuai dengan tahapan pendekatan saintifik yaitu "Menalar" untuk melatih indikator keterampilan berpikir kritis "Evaluasi"		
	Fitur "Let's Think!" sesuai dengan tahapan pendekatan saintifik yaitu "Mengumpulkan Informasi" untuk melatih indikator keterampilan berpikir kritis "Interpretasi"		
	Fitur "Let's Discuss!" sesuai dengan tahapan pendekatan saintifik yaitu "Mengkomunikasikan" untuk melatih indikator keterampilan berpikir kritis "Analisis, Inferensi, Eksplanasi"		
	Video materi sesuai dengan sub-bab yang ada pada e-modul untuk menunjang pengetahuan peserta didik sehingga dapat meningkatkan hasil belajar dan menambah wawasan peserta didik terkait materi yang dipelajari		
	Soal evaluasi tiap sub-bab untuk melatih dan mengevaluasi kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis pada materi virus. Setiap soal mengandung satu indikator berpikir kritis yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanaasi.		
	Pedoman penskoran untuk mengetahui tingkat penguasaan peserta didik. Peserta didik dapat melakukan penilaian secara mandiri dan mengulanginya lagi apabila mendapatkan nilai belum tuntas atau kurang dari 80%		
	Berisi kunci jawaban dan pembahasan e-modul		

Validitas E-modul

Hasil produk e-modul diberikan kepada dosen pakar dan guru biologi untuk dilakukan validasi dan mendapatkan nilai validitas. Validitas dinilai dari 3 aspek yaitu aspek kelayakan penyajian, isi, dan kebahasaan. Hasil validasi oleh 2 dosen pakar dan 1 guru biologi sebagai validator dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik validasi E-modul

keterangan :

Aspek 1 : Syarat penyajian

Aspek 2 : Syarat isi

Aspek 3 : Kesesuaian tahapan saintifik

Aspek 4 : Ketercapaian indikator berpikir kritis

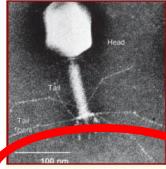
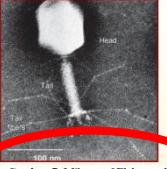
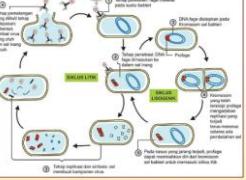
Aspek 5 : Syarat kebahasaan

Setelah ditelaah validator, didapatkan saran serta masukan untuk perbaikan e-modul yang dikembangkan. Saran masukan serta perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Perbaikan e-modul setelah ditelaah validator

No	Saran draf II	Draft III
1	Penulisan kata atau kalimat bahasa asing harus dicetak miring atau <i>italic</i> .	Kalimat berbahasa asing dicetak miring atau <i>italic</i> .



No	Saran draf II	Draft III	No	Saran draf II	Draft III										
	 														
2	Keterangan gambar seharusnya menggunakan bahasa Indonesia.	Keterangan gambar menggunakan bahasa Indonesia.													
	 <p>Gambar 7. Electron Micrograph of a Bacteriophage (Sumber : Abdul, 2015)</p>	 <p>Gambar 7. Mikrograf Eletron dari Bakteriofag (Sumber : Abdul, 2015)</p>													
3	Perhatikan penempatan huruf kapital pada awal kalimat dan setelah titik.	Menggunakan huruf kapital dengan benar.													
4	Penggunaan gambar yang sulit dipahami.	Gambar diubah agar lebih mudah dipahami.													
	 <p>Gambar 8. Dasar Litik dan Dasar Lisogenik (Sumber : Kestari, 2014)</p>	 <p>Gambar 8. Dasar Litik dan Dasar Lisogenik (Sumber : Prayogaing, 2021)</p>													
5	Pada peran positif virus terlalu banyak kata, lebih baik di tulis dalam bentuk tabel.	Peranan positif virus di tulis dalam bentuk tabel.		<p>B. PERANAN POSITIF VIRUS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pesan Virus dalam Kebutuhan</th> <th>Defisi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pendidikan Biologi dan Kesehatan</td> <td>Virus telah menjadi peranan dalam pendidikan biologi dan kesehatan. Studi tentang virus dalam bidang biologi dan kesehatan sangat penting karena mereka membantu kita memahami bagaimana virus berfungsi dan bagaimana kita dapat melawan infeksi mereka.</td> </tr> <tr> <td>Virologi</td> <td>Virus sangat dihargai karena mereka dapat menyebabkan penyakit yang serius. Studi tentang virus dalam bidang virologi sangat penting untuk memahami bagaimana mereka berfungsi dan bagaimana kita dapat melawan infeksi mereka.</td> </tr> <tr> <td>Konsultasi Organisme Lain</td> <td>Virus dapat menyebabkan penyakit yang serius, namun mereka juga dapat memberikan manfaat bagi kita. Misalnya, virus yang menyebabkan penyakit tertentu dapat membantu kita dalam mengontrol populasi organisme lain.</td> </tr> <tr> <td>Teknologi Relevansi Gaman</td> <td>Virus sangat penting dalam teknologi modern. Mereka dapat digunakan dalam produksi makanan, farmasi, dan teknologi lainnya.</td> </tr> </tbody> </table>	Pesan Virus dalam Kebutuhan	Defisi	Pendidikan Biologi dan Kesehatan	Virus telah menjadi peranan dalam pendidikan biologi dan kesehatan. Studi tentang virus dalam bidang biologi dan kesehatan sangat penting karena mereka membantu kita memahami bagaimana virus berfungsi dan bagaimana kita dapat melawan infeksi mereka.	Virologi	Virus sangat dihargai karena mereka dapat menyebabkan penyakit yang serius. Studi tentang virus dalam bidang virologi sangat penting untuk memahami bagaimana mereka berfungsi dan bagaimana kita dapat melawan infeksi mereka.	Konsultasi Organisme Lain	Virus dapat menyebabkan penyakit yang serius, namun mereka juga dapat memberikan manfaat bagi kita. Misalnya, virus yang menyebabkan penyakit tertentu dapat membantu kita dalam mengontrol populasi organisme lain.	Teknologi Relevansi Gaman	Virus sangat penting dalam teknologi modern. Mereka dapat digunakan dalam produksi makanan, farmasi, dan teknologi lainnya.	
Pesan Virus dalam Kebutuhan	Defisi														
Pendidikan Biologi dan Kesehatan	Virus telah menjadi peranan dalam pendidikan biologi dan kesehatan. Studi tentang virus dalam bidang biologi dan kesehatan sangat penting karena mereka membantu kita memahami bagaimana virus berfungsi dan bagaimana kita dapat melawan infeksi mereka.														
Virologi	Virus sangat dihargai karena mereka dapat menyebabkan penyakit yang serius. Studi tentang virus dalam bidang virologi sangat penting untuk memahami bagaimana mereka berfungsi dan bagaimana kita dapat melawan infeksi mereka.														
Konsultasi Organisme Lain	Virus dapat menyebabkan penyakit yang serius, namun mereka juga dapat memberikan manfaat bagi kita. Misalnya, virus yang menyebabkan penyakit tertentu dapat membantu kita dalam mengontrol populasi organisme lain.														
Teknologi Relevansi Gaman	Virus sangat penting dalam teknologi modern. Mereka dapat digunakan dalam produksi makanan, farmasi, dan teknologi lainnya.														
6	Daftar pustaka ditulis dengan konsisten	Daftar pustaka ditulis dengan konsisten.		<p>Lucianus, J. (2010). Introduksi Genetika : And Health. 3(1), 148097.</p> <p>Majid, S. M., & Sharif, R. (2018). Pradeep & Cagir piezoelectricity and elasticity in nano: Nabeli, R. 2019. Government Confirms International University. https://kuu.a-outbreak-of-polio-virus-in-uganda</p>											
7	Perintah pertama seharusnya mengarahkan peserta didik untuk <i>scan barcode</i> . “Marilah menonton video disamping”	Perintah pertama mengarahkan peserta didik untuk <i>scan barcode</i> . “Marilah menonton video disamping” diubah menjadi “ <i>scan barcode</i> di samping untuk menonton video tentang virus”.													

Berdasarkan nilai validitas yang diberikan oleh validator terhadap e-modul pada aspek kelayakan penyajian, isi, kesesuaian tahapan pendekatan saintifik, berpikir kritis dan kebahasaan diperoleh nilai persentase kelayakan setiap aspek pada e-modul yang telah dikembangkan. Aspek kelayakan penyajian mendapatkan persentase dengan rata-rata 94,44% termasuk kategori sangat valid, aspek kelayakan isi mendapatkan rata-rata persentase sebesar 89,39% termasuk kategori sangat valid, aspek kesesuaian tahapan pendekatan saintifik mendapatkan rata-rata persentase 91,67% dalam kategori sangat valid, aspek berpikir kritis mendapatkan rata-rata persentase sebesar 85 % dengan kategori valid dan aspek kelayakan kebahasaan mendapatkan persentase rata-rata yaitu 84,52% termasuk kategori valid. Kemudian nilai validitas e-modul secara keseluruhan dari 3 validator mendapatkan rata-rata persentase sebesar 89% sehingga produk e-modul masuk kedalam kategori sangat valid.

Hasil validasi aspek tahapan pendekatan saintifik memperoleh persentase sebesar 91,67% dengan kategori sangat valid. Pada salah satu komponen aspek tahap mengamati pada fitur *let's observe!* mendapat nilai 83,33% kategori valid dan terdapat penilaian dengan nilai 2 yaitu kategori cukup, hal tersebut dikarenakan video yang disajikan kurang sesuai dengan topik pembelajaran virus sehingga perlu dilakukan revisi dengan memilih video yang lebih sesuai.

Hasil validasi aspek berpikir kritis memperoleh persentase sebesar 85% dengan kategori valid. aspek berpikir kritis mendapatkan kategori valid pada komponen interpretasi dan evaluasi. Sedangkan, komponen lainnya (analisis, inferensi, eksplanasi) berada pada kategori sangat valid. Pada komponen interpretasi dan evaluasi dilakukan revisi agar lebih sesuai dengan aspek berpikir kritis yang termuat pada Tabel 3.

Selanjutnya aspek kebahasaan mendapatkan persentase sebesar 84,52% termasuk ke dalam kategori valid. Pada aspek kebahasaan, pemilihan kata dinilai masih kurang sempurna karena terdapat beberapa kata bermakna ganda dan kalimat yang kurang efektif. Banyaknya tata bahasa yang masih belum baik sehingga mendapat nilai aspek validasi paling rendah dibanding dengan aspek lainnya, mengharuskan dilakukan perbaikan pada tata bahasa

didalam e-modul. Hal ini sejalan dengan pendapat Megawati *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa penggunaan bahasa dan kalimat yang tepat bertujuan untuk memudahkan siswa dalam memahami materi pembelajaran.

Perbaikan-perbaikan dalam seluruh aspek penyajian, isi, tahapan pendekatan saintifik, berpikir kritis dan kebahasaan, yang termuat dalam tabel 3 tersebut dilakukan dengan tujuan menghasilkan bahan ajar berupa e-modul berbasis pendekatan saintifik yang memenuhi kelayakan, memiliki validitas, dan dapat diujicobakan.

Kepraktisan e-modul

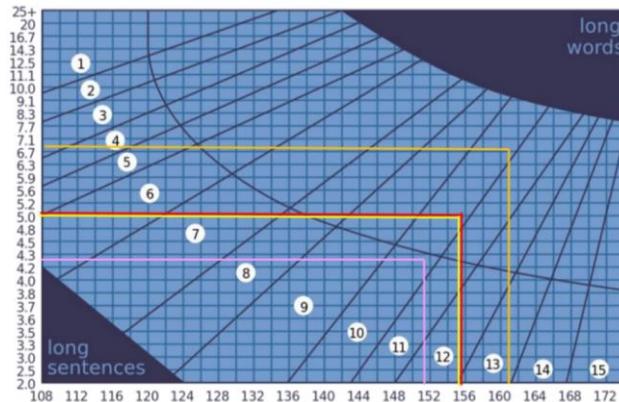
Kepraktisan e-modul yang telah dikembangkan dilihat berdasarkan uji keterbacaan menggunakan grafik *fry* dan hasil nilai angket respon peserta didik selama menggunakan e-modul materi virus berbasis pendekatan saintifik.

Kepraktisan berdasarkan keterbacaan e-modul

Uji keterbacaan menggunakan grafik *fry* digunakan untuk mengukur kepraktisan dari e-modul yang dikembangkan. Uji keterbacaan dilakukan dengan cara memilih 100 kata pada bagian awal, tengah, dan akhir e-modul. Pada penelitian ini 3 bagian tersebut diambil dari e-modul pada aktivitas 1 (apa itu virus?), aktivitas 2 (replikasi virus) dan aktivitas 3 (peranan virus). Pada 100 kata dihitung jumlah kalimatnya, kemudian dihitung jumlah suku kata dikalikan 0.6. Perhitungan yang diperoleh selanjutnya dikonversikan kedalam grafik *fry* untuk mengetahui titik temu untuk menunjukkan level keterbacaan sempel yang dipilih. Hasil uji keterbacaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 5. Hasil Uji Keterbacaan E-modul Materi Virus

Sampel	Bagian	Halaman	Jumlah Kalimat	Jumlah Suku Kata	Level
1	Apa Itu Virus?	4	5	154,8	10
2	Replikasi Virus	13	4,27	150,6	10
3	Peranan Virus	21	5,8	160,8	10
Rata-rata			5,02	155,4	10



[Yellow square] = Sampel 1 Level 10 [Pink square] = Sampel 2 Level 10
[Orange square] = Sampel 3 Level 10 [Red square] = Rata-Rata Level 10

Gambar 2. Hasil Uji Keterbacaan Menggunakan Grafik Fry Pada Ketiga Sempel

Berdasarkan Gambar 2. yaitu hasil uji keterbacaan menggunakan grafik *fry* untuk 3 sampel yang telah dipilih. Sampel pertama yaitu pada aktivitas 1 (Apa itu virus?) halaman 4, titik pertemuan garis horizontal dan vertikal bewarna kuning berada pada level 10. Sampel kedua pada aktivitas 2 (Replikasi virus) halaman 13 ditunjukkan dengan garis bewarna merah muda, titik pertemuan antara garis horizontal dan vertikal berada pada level 10. Hasil serupa didapatkan pada sampel ketiga pada aktivitas 3 (Peranan virus), pertemuan garis horizontal dan vertikal ditunjukkan dengan garis bewarna jingga berada pada level 10. Dengan demikian, hasil rata-rata uji keterbacaan e-modul materi virus yang dikembangkan berada pada level 10. Pada grafik rata-rata uji keterbacaan ditunjukkan dengan garis merah yang merupakan titik temu pertemuan garis horizontal dan vertikal.

E-modul ini memenuhi kriteria kepraktisan berdasarkan hasil uji keterbacaan dan respons peserta didik. Pengujian keterbacaan menggunakan grafik *fry* menunjukkan bahwa keterbacaan ketiga sampel e-modul berada pada level 10. Menurut Inggriyani *et al.*, (2022), hasil pada grafik *fry* bersifat estimasi, sehingga memungkinkan adanya penyimpangan satu level di atas atau di bawah, yaitu level 9 (10-1) atau level 11 (10+1). Artinya, e-modul ini dapat digunakan oleh peserta didik kelas 9 hingga kelas 11. Menurut Utami *et al.*, (2021) kriteria e-modul yang berkualitas dan praktis diantaranya memiliki bahasa dan keterbacaan yang baik yaitu harus dapat dibaca serta dipahami peserta didik sesuai dengan tingkatannya. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan

dinyatakan praktis karena sesuai dengan level pembaca peserta didik SMA.

Selama pembelajaran menggunakan e-modul peserta tidak mengeluhkan kesulitan dalam memahami bahasa dan kalimat yang disajikan. Respons peserta didik pada komponen bahasa mudah dipahami mendapatkan persentase 92% dan komponen bahasa bersifat informatif sebesar 100%. Hal tersebut menunjukkan bahwa bahasa yang tersaji lugas komunikatif, dan informatif. Karakteristik bahan ajar yang baik yaitu menggunakan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti, dan menggunakan istilah yang umum (Sugianto *et al.*, 2018). Pada e-modul juga disediakan glosarium untuk mempermudah memahami istilah atau kata-kata sulit. Dengan demikian diartikan bahwa bahasa dan kalimat dalam e-modul mudah dipahami oleh peserta didik.

Kepraktisan berdasarkan respon peserta didik

Aspek kepraktisan didapatkan dari hasil respon peserta didik melalui angket berupa pertanyaan. Peserta didik mengisi dengan jawaban iya dan tidak, jawaban "iya" menunjukkan skor angka 1 yang berarti respon positif, sedangkan jawaban "tidak" menunjukkan skor angka 0 yang berarti respon negatif. Hasil rekapitulasi respon peserta didik ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 6. Persentase Hasil Respon Peserta Didik (n=37)

No	Pernyataan	Jawaban (%)		Kategori
		Ya	Tidak	
1.	Tampilan e-modul berbasis pendekatan saintifik pada materi virus menarik	100	0	SP
2.	Ukuran dan jenis font pada e-modul dapat terbaca dengan jelas	97	3	SP
3.	Pembelajaran dengan e-modul berbasis pendekatan saintifik membuat anda lebih termotivasi	97	3	SP
4.	Fitur-fitur e-modul menarik	100	0	SP
5.	Perpaduan warna pada e-modul berbasis pendekatan saintifik sudah baik	95	5	SP
6.	Kata-kata dan istilah yang digunakan dalam e-modul mudah dipahami	92	8	SP
7.	Bahasa dalam e-modul ini bersifat informatif	100	0	SP
8.	E-modul berbasis pendekatan saintifik dapat digunakan dengan mudah	89	11	SP

No	Pernyataan	Jawaban (%)		Kategori
		Ya	Tidak	
9.	Fitur-fitur yang disajikan dapat melatih kemampuan berpikir kritis anda?	95	5	SP
10.	Media pembelajaran e-modul berbasis pendekatan saintifik ini praktis dan mudah dibawa	100	0	SP
Rata-rata respon positif peserta didik		96%		SP

Keterangan:

SP = Sangat praktis

Berdasarkan hasil rekapitulasi pada Tabel 5. didapatkan persentase rata-rata keseluruhan sebesar 96% pada kategori sangat baik. Sehingga dapat disimpulkan penggunaan e-modul materi virus berbasis pendekatan saintifik untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis mendapatkan respon yang positif dari peserta didik.

Berdasarkan hasil angket, respons keseluruhan peserta didik mencapai rata-rata 96% dengan kategori sangat praktis. Namun, ada satu pertanyaan yang mendapatkan persentase jawaban "Ya" paling rendah, yaitu pertanyaan nomor delapan, "Apakah e-modul berbasis pendekatan saintifik dapat digunakan dengan mudah?" yang hanya memperoleh 89%, dengan sebelas peserta didik menjawab "tidak". Mereka mengungkapkan bahwa "E-modul menarik dan bagus sekali, namun penggunaan banyak tautan menjadi kurang efektif jika jaringan lambat." Masalah teknis seperti jaringan yang tidak stabil sering kali muncul dalam pembelajaran berbasis teknologi (Sanuhung *et al.*, 2022). Hal ini bisa di atasi dengan menggunakan laptop atau komputer apabila *smartphone* tidak mendukung banyak penggunaan aplikasi dalam satu waktu.

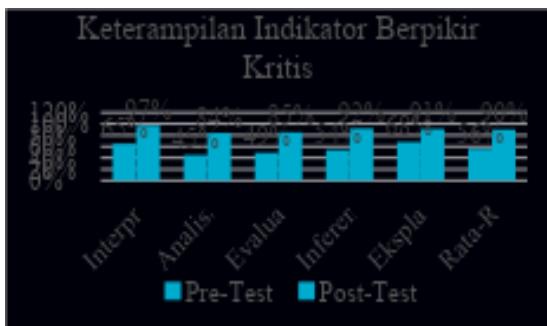
Keefektifan e-modul

Efektivitas e-modul materi virus menggunakan pendekatan saintifik untuk melatih keterampilan berpikir peserta didik dapat dianalisis dari ketercapaian indikator dan indikator materi virus peserta didik. Keduanya, didapatkan dari tes yang diberikan kepada peserta didik meliputi *pre-test* dan *post test*.

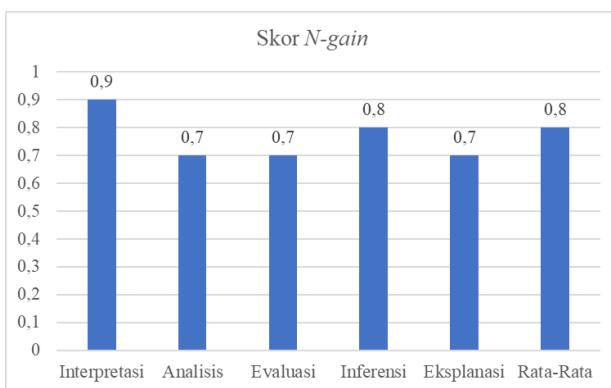
Ketercapaian Indikator Berpikir Kritis

Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan pada e-modul yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi. Kelima indikator dilatihkan dalam e-modul yakni pada fitur-fitur yang telah disediakan disesuaikan dengan tahapan pendekatan saintifik. Hasil ketercapaian indikator dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.





Gambar 3. Diagram Persentase Ketercapaian Indikator Berpikir Kritis



Gambar 4. Diagram Skor *N-Gain* Indikator Berpikir Kritis

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4. menunjukkan hasil *pre-test* peserta didik pada semua aspek berpikir kritis mendapatkan rata-rata persentase sebesar 56% berada pada kategori cukup. Sedangkan hasil *post-test* peserta didik seluruh aspek berpikir kritis mendapatkan persentase sebesar 90% pada kategori sangat baik. Peningkatan hasil belajar peserta didik berdasarkan *pre-test* dan *post-test* yang dilakukan, dinyatakan dengan nilai *N-gain* sebesar 0,8 dengan kategori tinggi.

Hasil *pre-test* peserta didik pada indikator interpretasi mendapatkan persentase sebesar 65% dengan kriteria cukup dan mengalami peningkatan pada hasil *post-test* sebesar 32% sehingga menjadi 97% dengan kategori sangat baik. Selain itu, nilai *n-gain* menunjukkan seeser 0,9 kategori tinggi. Kategori *n-gain* tinggi dapat disimpulkan kenaikan yang dialami sangat signifikan. Peserta didik sudah mampu mengidentifikasi tentang virus. Hal tersebut menjadikan peserta didik memahami permasalahan yang ditanyakan dalam soal dengan tepat. Selain itu, peserta didik mampu mengkategorikan permasalahan dari suatu gambar atau bacaan terkait virus. Hidayati *et al.*, (2021) menjelaskan bahwa keterampilan interpretasi merupakan keterampilan untuk

mengkategorikan permasalahan, mendeskripsikan karakteristik, dan menguraikan arti dengan baik.

Hasil *pre-test* peserta didik pada indikator analisis mendapatkan persentase sebesar 45% dengan kriteria kurang dan mengalami peningkatan pada hasil *post-test* sebesar 39% sehingga menjadi 84% dengan kategori baik. Nilai *N-gain* berada pada 0,7 kategori sedang. Hal tersebut disebabkan keterampilan berpikir kritis analisis peserta didik sebelumnya belum terlatih berdasarkan hasil *pre-test*. Keterampilan berpikir analisis termasuk salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi yang perlu dikembangkan untuk mencapai keterampilan berpikir kritis (Kurniasari & Lestari, 2023). Oleh sebab itu keterampilan analisis harus lebih sering diberikan kepada peserta didik. Berdasarkan pengamatan peneliti, peserta didik kesulitan dalam menganalisa pada materi replikasi virus. Replikasi virus melibatkan proses molekuler yang rumit, seperti interaksi virus dengan sel inang, injeksi materi genetik, sintesis protein virus, sampai pada perakitan partikel virus baru. Semua proses ini terjadi bisa berbeda pada berbagai jenis virus, selain itu istilah replikasi virus masih menjadi penghambat peserta didik untuk memahami materi tersebut. Hal ini mengakibatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep replikasi virus sering kali kurang mendalam dan cenderung sulit di ingat. Hal tersebut bisa diatasi dengan meningkatkan frekuensi peserta didik dalam mempelajari replikasi virus melalui video agar pemahaman peserta didik meningkat.

Hasil *pre-test* peserta didik pada indikator evaluasi mendapatkan persentase sebesar 49% dengan kriteria kurang dan mengalami peningkatan pada hasil *post-test* menjadi 85% dengan kategori sangat baik. Indikator evaluasi mendapatkan nilai *N-gain* 0,7 kategori sedang. Evaluasi adalah kemampuan untuk menilai suatu pernyataan serta menilai apakah alasan yang digunakan sudah relevan, sehingga ada hubungan yang jelas antara pernyataan dan kesimpulan yang diambil. Pada indikator ini, peserta didik pada awalnya cenderung kurang mampu menjelaskan ide dalam mengatasi masalah yang muncul, akan tetapi setelah menggunakan e-modul virus peserta didik mengalami peningkatan. Hasil indikator berpikir kritis analisis dan evaluasi memiliki perbedaan nilai yang sangat tipis hanya terpaut 1% dan berada pada posisi dua terbawah dibandingkan dengan tiga indikator lainnya. Hal ini menunjukkan peserta didik kurang dalam indikator analisis dan evaluasi khususnya materi replikasi virus.

Hasil *pre-test* peserta didik pada indikator inferensi mendapatkan persentase sebesar 54% dengan kriteria

kurang dan mengalami peningkatan pada hasil *post-test* menjadi 92% dengan kategori sangat baik. N-gain mendapatkan nilai 0,8 pada kategori tinggi. Inferensi adalah kemampuan untuk mengenali data yang diperlukan dalam membentuk hipotesis, menarik kesimpulan, dan merangkai informasi yang relevan (Facion, 2015).

Indikator eksplanasi telah dicapai sangat baik oleh peserta didik dengan hasil *post-test* sebesar 91%. Persentase tersebut telah meningkat dibandingkan hasil *pre-test* yang mendapat persentase 68% dengan kategori cukup. Nilai *N-gain* pada indikator eksplanasi mendapat 0,7 pada kategori sedang. Indikator menunjukkan peserta didik telah mampu memahami materi virus. Pemahaman tersebut dilatihkan melalui aktivitas membaca, mengamati, dan diskusi selama pembelajaran. Oleh karena itu, peserta didik mampu menentukan pilihan jawaban benar dari soal eksplanasi.

Peningkatan hasil belajar peserta didik dinyatakan dalam nilai *N-gain* berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* yang telah dilakukan didapatkan 26 dari 37 peserta didik mendapatkan nilai dalam kategori tinggi sedangkan 11 dari 37 peserta didik mendapatkan kategori sedang. Penggunaan e-modul materi virus mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik. Hal tersebut diketahui dari rata-rata keseluruhan nilai *N-gain* yang didapatkan yaitu 0,8 dengan kategori tinggi. Peningkatan hasil belajar terjadi karena peserta didik terlibat aktif selama pembelajaran melalui aktivitas pendekatan saintifik yang tertuang dalam fitur e-modul. Aktivitas yang dilakukan mampu melatihkan keterampilan berpikir kritis dalam menyelesaikan permasalahan maupun fenomena sehari-hari sehingga peserta didik dapat menguasai konsep. Peserta didik akan mendapatkan pengalaman dari aktivitas yang dilakukan, sehingga membantu pemahaman konsep dan mempertinggi hasil belajar (Setiadi *et al.*, 2021).

Ketercapaian Indikator Materi Virus

Pengaruh metode pendekatan saintifik terhadap hasil belajar dapat diketahui dengan mengolah data terlebih dahulu melalui pengujian *N-gain* secara manual menggunakan software microsoft excel. Adapun hasil analisis uji *N-gain* per indikator materi dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Analisis Per Indikator Materi Virus

Indikator	Ketercapaian (%)		Skor N-gain	Kategori
	Pre-test	Post-test		
Menginterpretasikan informasi dari diagram dan bacaan terkait virus	76	97	0,9	Tinggi
Menganalisis peranan positif dan negatif virus	49	81	0,6	Sedang
Mengevaluasi karakteristik virus sebagai makhluk hidup dan benda tak hidup	51	84	0,7	Sedang
Menyimpulkan faktor-faktor yang memengaruhi virus dalam menginfeksi sel inang.	51	92	0,8	Tinggi
Menjelaskan fungsi struktur dari suatu virus	62	86	0,6	Sedang
Menginterpretasikan karakteristik dari virus	54	97	0,9	Tinggi
Menganalisis terkait replikasi virus siklus lisogenik dan siklus litik	41	86	0,8	Tinggi
Mengevaluasi tentang mekanisme replikasi suatu virus	46	86	0,7	Sedang
Menyimpulkan peranan virus dan pencegahannya	57	92	0,8	Tinggi
Peserta didik menjelaskan peranan virus berkaitan dengan vaksin	73	95	0,8	Tinggi

Berdasarkan Tabel 7 didapatkan *N-gain* terendah yaitu pada indikator menganalisis peranan positif dan negatif virus dengan persentase *pre-test* sebesar 49%, *post-test* 81%, dan skor *N-gain* sebesar 0,6 pada kategori sedang. Selanjutnya indikator menjelaskan fungsi struktur dari suatu virus dengan persentase *pre-test* sebesar 62%, *post-test* 86%, dan skor *N-gain* sebesar 0,6 pada kategori sedang. Indikator lainnya yang berada pada kategori sedang yakni indikator mengevaluasi karakteristik virus sebagai makhluk hidup dan benda tak hidup, dan indikator mengevaluasi tentang mekanisme replikasi suatu virus. Enam indikator materi virus lainnya mendapatkan skor *N-gain* pada kategori tinggi yaitu lebih besar dari 0,7.

Meskipun semua indikator mengalami kenaikan dari hasil *pre-test* ke *post-test*, namun masih ada indikator yang



belum mencapai kategori tinggi. Ketercapaian sedang pada indikator materi virus ini terfokus pada sub-bab peranan virus, struktur virus dan replikasi virus. Penelitian Hendry *et al.* (2018) mengungkapkan kesulitan utama materi virus terletak pada submateri tentang ciri-ciri, struktur, dan replikasi virus, karena pada bagian ini terdapat banyak gambar dan skema yang memerlukan pemahaman urutan langkah demi langkah, serta penggunaan istilah-istilah yang sulit diingat oleh peserta didik. Banyaknya jenis virus mempengaruhi banyaknya peranan merugikan dan menguntungkan virus bagi makhluk hidup, hal tersebut menjadi rintangan peserta didik dalam mempelajari peranan virus.

Peserta didik yang mendapat nilai kategori tinggi, hal tersebut dimungkinkan terjadi dikarenakan peserta didik juga telah dilatih untuk berpikir kritis melalui aktivitas yang disediakan dalam fitur e-modul. Aktivitas yang telah dilakukan mampu memberikan pelajaran yang bermakna bagi peserta didik.

Penggunaan e-modul materi virus mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik. Hal tersebut diketahui dari rata-rata keseluruhan nilai *N-gain* yang didapatkan yaitu 0,8 dengan kategori tinggi. Peningkatan hasil belajar terjadi karena peserta didik terlibat aktif selama pembelajaran melalui aktivitas pendekatan saintifik yang tertuang dalam fitur e-modul. Aktivitas yang dilakukan mampu melatihkan keterampilan berpikir kritis dalam menyelesaikan permasalahan maupun fenomena sehari-hari sehingga peserta didik dapat menguasai konsep. Peserta didik akan mendapatkan pengalaman dari aktivitas yang dilakukan, sehingga membantu pemahaman konsep dan mempertinggi hasil belajar (Setiadi *et al.*, 2021).

Selain itu, didukung dengan teori kognitif yang diperkenalkan oleh Jerome Bruner memiliki keterkaitan erat dengan pendekatan saintifik dalam pembelajaran, karena keduanya sama-sama menekankan peran aktif peserta didik dalam proses memperoleh pengetahuan. Teori ini menyoroti pentingnya eksplorasi mandiri, pemecahan masalah, serta penyusunan pemahaman secara konstruktif, yang sejalan dengan tahapan dalam pendekatan saintifik, seperti observasi, pengajuan pertanyaan, percobaan, penalaran, dan komunikasi hasil (Yuliani *et al.*, 2020). Dengan demikian, teori kognitif menjadi fondasi yang kokoh dalam penerapan pendekatan

saintifik, karena keduanya mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik.

Berdasarkan penguraian hasil validitas, kepraktisan, dan efektivitas e-modul virus menunjukkan bahwa e-modul virus berbasis pendekatan saintifik untuk melatih keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan telah layak untuk digunakan dalam pembelajaran.

PENUTUP

Simpulan

E-modul materi virus untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis dikatakan sangat valid dengan persentase rata-rata sebesar 89% pada aspek penyajian, isi, kesesuaian tahapan pendekatan saintifik, berpikir kritis dan kebahasaan. E-modul juga dikatakan praktis dengan hasil uji keterbacaan pada level 10 dan persentase 96% pada kategori sangat praktis untuk hasil respons peserta didik. Hasil *post-test* memiliki peningkatan signifikan dari hasil *pre-test* yang dibuktikan dari hasil uji *N-Gain* sebesar 0,8 dan dikategorikan tinggi. Melalui uraian hasil tersebut, e-modul materi virus dapat dikategorikan efektif.

Saran

Perlu melakukan penelitian serupa yang lebih fokus terhadap gaya belajar dan materi replikasi virus. Perlu adanya perbaikan dan penyempurnaan pada e-modul agar dapat dioperasikan dengan mudah dan tanpa gangguan. Serta diperlukan penelitian serupa pada materi pembelajaran lain agar keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat berkembang.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Isnawati, M.Si., Lisa Lisdiana, Ph.D dan Drs. Mustofa, M. selaku validator, serta peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Cerme yang berkenan sebagai subyek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, N., & Salsabila, U. H. (2021). Peran Teknologi Pendidikan dalam Pembelajaran. *Islamika*, 3(1), 123–133.
- Agustine, J., Nizkon, N., & Nawawi, S. (2020). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA Kelas X IPA Pada Materi Virus. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 3(1), 7–11.
- Amalia, M. (2022). Inovasi Pembelajaran Kurikulum Merdeka Belajar Di Era Society 5.0 Untuk Revolusi



- Industri 4.0. *Seminar Nasional Sosial, Sains, Pendidikan, Humaniora (Senassdra)*, 1(1), 1–6.
- Dewi, M. S. A., & Lestari, N. A. P. (2020). E-Modul Interaktif Berbasis Proyek Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Imiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 433–441.
- Facione, P. A. (2015). *Permission To Reprint For Non-Commercial Uses Critical Thinking: What It Is And Why It Counts*. Peter A. Facione, Measured Reasons LLC.
- Hendry, Y., Yeni, L. F., & Marlina, R. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Flash Pada Submateri Struktur dan Replikasi Virus Kelas X. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 7(10).
- Hernawati, D., Amin, M., Irawati, M., Indriwati, S., & Aziz, M. (2018). Integration of Project Activity To Enhance The Scientific Process Skill and Self-Efficacy In Zoology of Vertebrate Teaching and Learning. *Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2475–2485.
- Hidayati, A. R., Fadly, W., & Ekapti, R. F. (2021). Analisis keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran IPA materi bioteknologi. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(1), 34–48.
- Inggriyani, F., Dindin, M. Z. M., Gunawan, M., & Praja, A. L. (2022). Grafik Fry Dalam Mengukur Keterbacaan Wacana Buku Tematik Kelas IV Sekolah Dasar. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 8(1), 98–115.
- Kamil, F., Harahap, S. P. R., & Kurnila, N. (2022). Pembelajaran Dengan Pendekatan Saintifik Berbasis Masalah Untuk Menumbuhkan Motivasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Suluh Pendidikan*, 10(2), 56–69.
- Kurniasih, R., & Hakim, D. L. (2020). Berpikir Kritis Siswa Dalam Materi Segiempat. *Prosiding Sesiomadika*, 2(1e).
- Latifah, N., Ashari, A., & Kurniawan, E. S. (2020). Pengembangan E-Modul Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 1(1), 1–7.
- Liana, D. (2020). Berpikir Kritis Melalui Pendekatan Saintifik. *Mitra PGMI*, 6(1), 15–27.
- Megawati, M., Raharjo, R., & Purnama, E. (2019). Pengembangan Permainan Edukatif Yut Nori Sebagai Media Pembelajaran untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Pada Materi Sistem Pencernaan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (Bioedu)*, 8(3).
- Mutmainnah, M., Aunurrahman, A., & Warneri, W. (2021). Efektivitas Penggunaan E-Modul Terhadap Hasil Belajar Kognitif Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia di Madrasah Tsanawiyah. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1625–1631.
- Muttaqin, Y. H., Pangsuma, N. S., Hartati, S., & Mas'ud, A. (2023). Education Pengaruh Model Pembelajaran Rms Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Virus. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, 1(4), 50–58.
- Ridwan, S. P. (2016). *Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sanuhung, F., Salsabila, U. H., Abd Wahab, J., Amalia, M., & Rimadhani, M. I. (2022). Penggunaan Aplikasi Padlet Sebagai Media Pembelajaran Daring Pada Mata Kuliah Teknologi Pendidikan (Studi Kasus Universitas Ahmad Dahlan). *Jurnal Pendidikan Glasser*, 6(1), 20–28.
- Salsabila, P. A., & Trimulyono, G. (2023). Pengembangan Instrumen Penilaian HOTS Materi Virus Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (Bioedu)*, 12(2), 287–297.
- Siregar, L. F. (2022). Penyusunan Modul Dalam Pembelajaran Daring/Luring SMA Papua. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 4(4), 2508–2512.
- Sugianto, S. D., Ahied, M., Hadi, W. P., & Wulandari, A. Y. R. (2018). Pengembangan Modul IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM Pada Materi Tekanan. *Natural Science Education Research (NSER)*, 1(1), 28–39.
- Utami, T. (2018). Penanaman Kompetensi Inti Melalui Pendekatan Saintifik di PAUD Terpadu An-Nuur. Yaa Bunayya: *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 1(2), 91–100.
- Yuliani, H., Yulianti, R., Mariati, M., & Herianto, C. (2020). Hasil Belajar Kognitif Siswa dengan Pendekatan Saintifik Pada Sekolah Menengah Pertama Di Palangka Raya. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(2), 222–230.
- Yunita, H., Meilanie, S. M., & Fahrurrozi, F. (2019). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Pendekatan Saintifik. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 3(2), 425–432.