

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBANTUAN KOMIK KIMIA  
DENGAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS  
PESERTA DIDIK PADA MATERI LAJU REAKSI**

*Development of Chemistry Comic-Assisted E-Modules with Problem-Based Learning Models to Improve Students' Critical Thinking Skills on Reaction Rate Material*

**Mei Nur Safitri\*, Parham Saadi, Iriani Bakti, Rilia Iriani**

Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lambung Mangkurat,  
Jl. Brigjend. H. Hasan Basry Banjarmasin 70123 Kalimantan Selatan Indonesia

\*email: [meinursafitri8@gmail.com](mailto:meinursafitri8@gmail.com)

| Informasi Artikel  | Abstrak  |
|--|--|
| <p><b>Kata kunci:</b><br/>e-modul, komik kimia, keterampilan berpikir kritis, laju reaksi, <i>problem based learning</i></p> <p><b>Keywords:</b><br/><i>E-modules, chemistry comic-assisted, critical thinking skills, problem-based learning, reaction rate</i></p> | <p>Kemampuan berpikir secara kritis ialah yang paling diperlukan di pendidikan abad 21 ini, sehingga penelitian ini memiliki tujuan yaitu mengembangkan e-modul berbantuan komik kimia untuk dengan model pembelajaran berbasis masalah atau PBL yang valid, praktis dan efektif pada materi laju reaksi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian pengembangan atau dikenal dengan R&amp;D dengan model ADDIE melalui serangkaian tahapan instruksional yaitu analisis, desain, pengembangan, penerapan dan evaluasi. 5 Validator yang akan memvalidasi modul elektronik dan 30 peserta didik kelas XI MIPA 2 MA Negeri 1 Banjarmasin sebagai sampel uji kepraktisan dan keefektifan merupakan subjek dalam penelitian ini. Data penelitian dikumpulkan melalui dua jenis instrumen yaitu instrumen tes berupa soal uraian dan instrumen tes berupa angket dan lembar observasi. Data dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif dengan mengkategorikan hasil-hasil penelitian ke dalam kriteria kevalidan, kepraktisan dan keefektifan modul elektronik yang dikembangkan. Hasil uji (1) kevalidan menunjukkan bahwa modul elektronik yang dikembangkan valid dengan skor 4,3 dari 5, (2) kepraktisan menunjukkan bahwa modul elektronik sangat praktis dengan skor 4,5 dari 5, dan (3) keefektifan menunjukkan bahwa peningkatan berpikir kritis peserta didik pada kategori tinggi dengan n-gain 0,79. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa modul elektronik berbentuk komik kimia dengan model pembelajaran berbasis masalah valid, sangat praktis dan efektif untuk meningkatkan berpikir kritis peserta didik.</p> |

**Abstract.** *Critical thinking is one of the skills needed in 21st century education, so this research has the aim of developing an e-module with the help of chemical comics for a problem-based learning model or PBL that is valid, practical and effective on reaction rate material to improve participants' critical thinking skills. educate. The type of research carried out is development research or known as R&D with the ADDIE model through a series of instructional stages, namely analysis, design, development, implementation and evaluation. 5 Validators who will validate the electronic module and 30 students of class XI MIPA 2 MA Negeri 1 Banjarmasin as practicality and effectiveness test samples are the subjects of this research. Research data was collected through two types of instruments, namely test instruments in the form of description questions and test instruments in the form of questionnaires and observation sheets. Data were analyzed using descriptive analysis techniques by categorizing research results into criteria for validity, practicality and effectiveness of the electronic modules being developed. Test results (1) validity show that the electronic module developed is valid with a score of 4.3 out of 5, (2) practicality shows that the electronic module is very practical with a score of 4.5 out of 5, and (3) effectiveness shows that it increases participants' critical thinking students in the high category with an n-gain of 0.79. The research results show that the electronic module in the form of chemistry comics with a problem-based learning model is valid, very practical and effective for improving students' critical thinking.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pesat yang merupakan dampak era globalisasi semakin tidak terbendung dan menguasai hampir seluruh bidang kehidupan manusia, termasuk dunia pendidikan (Ricu et al., 2020). Pendidikan dituntut untuk terus dilakukan adaptasi dan berkembang mengikuti disrupsi teknologi untuk meningkatkan kualitas output pendidikan, misalnya dengan memuat elemen-elemen teknologi ke dalam proses belajar mengajar (Romayanti et al., 2020). Revolusi industri 4.0 mengubah dunia pendidikan menjadi era digital yang membutuhkan kecakapan atau keterampilan pembelajaran abad yang serba digital ini. Setiap individu diarahkan untuk memiliki berbagai kemampuan abad ke-21 ini untuk mengikuti arus teknologi yakni ways of thinking yang meliputi keterampilan berpikir kritis (Redhana, 2019).

Pembelajaran dikelas secara teknis harus berorientasi dengan penambahan pengetahuan, peningkatan keterampilan dan pembentukan karakter (Kemendikbud, 2013), sehingga pembelajaran terus dikembangkan kearah yang lebih interaktif yaitu dengan berpusat pada peserta didik yaitu mengikutsertakan secara aktif peserta didik selama proses pembelajaran dan mengarahkan mereka dalam menemukan serta mengembangkan potensi dalam diri peserta didik. Hal ini bertolak belakang dengan fakta empiris di lapangan, salah satu contohnya adalah dalam pelaksanaan pembelajaran kimia yang masih kurang interaktif yang disebabkan karena sumber dan media pembelajaran yang terbatas dan tidak menekankan pada pembelajaran yang memicu pemikiran kritis peserta didik.

Hasil observasi sebagai studi pendahuluan penelitian ini menghasilkan fakta bahwa beberapa guru di MAN 1 Banjarmasin masih melaksanakan kegiatan belajar yang kurang interaktif, melalui pembelajaran yang berorientasi dan sumber utama dari guru. Media yang digunakan pada proses pembelajaran berupa buku paket, buku LKS, papan tulis, youtube dan PPT namun media seperti PPT dan video pembelajaran ini masih jarang sekali digunakan dalam kegiatan belajar mengajar kimia. Fenomena ini

mengakibatkan peserta didik menerima pengetahuan terbatas dari buku teks saja. Hasil pretest juga menunjukkan bahwa jawaban-jawaban peserta didik sangat konseptual dan bersifat hafalan, bertolak belakang dengan pembelajaran kimia yang menuntut pemahaman dari berbagai representasi, mulai dari yang kompleks hingga yang sederhana.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu usaha meningkatkan kualitas pendidikan yang mengarahkan dan membimbing peserta didik untuk berpikir secara ilmiah dan kritis. Hal ini dapat dilakukan dengan mengoptimalkan pembelajaran melalui penggunaan media pembelajaran yang memanfaatkan elemen teknologi yaitu salah satunya dengan penggunaan modul elektronik berbantuan komik kimia dengan model pembelajaran berbasis masalah atau PBL. Pengembangan modul elektronik didasarkan pada studi pendahuluan yang telah dilakukan bahwa sebesar 85% peserta didik mengalami kesulitan pada pembelajaran kimia dengan bahan ajar yang mereka gunakan. Sebesar 69% peserta didik ternyata mencari bahan penunjang lainnya untuk membantu mereka memahami materi, sehingga diperlukan pengembangan e-modul berbantuan komik kimia dimana model pembelajaran yang digunakan adalah model PBL atau pembelajaran berbasis masalah dengan indikatornya adalah peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

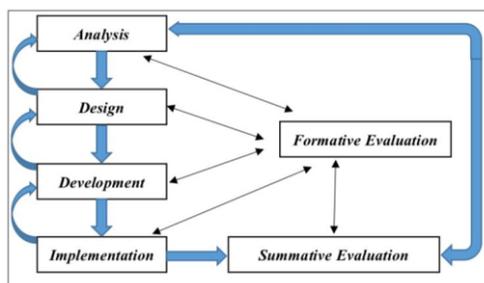
Modul elektronik atau juga dikenal dengan modul elektronik adalah salah satu jenis bahan ajar yang mampu memfasilitasi pembelajaran di kelas karena fleksibilitasnya terhadap waktu dan tempat. Modul elektronik dapat digunakan di semua waktu dan di semua tempat dengan hanya memanfaatkan smartphone saja. Hal ini akan membantu menyelesaikan permasalahan di kelas seperti keterbatasan media, kekurangan waktu belajar dan mampu memfasilitas kemandirian belajar peserta didik (Laili et al., 2019). Kompetensi/subkompetensi mata pelajaran yang dimaksudkan dicapai melalui penggunaan modul elektronik interaktif, yang merupakan sumber belajar yang meliputi konten, metode, kendala, dan cara mengevaluasi pembelajaran. Modul elektronik interaktif dimaksudkan karena setiap individu pengguna akan terlibat secara aktif dalam menggunakan media seperti menonton video pembelajaran, memahami gambar dan membaca materi secara langsung dalam modul elektronik (Sidiq & Najuah, 2020).

Beberapa riset sebelumnya yang serupa menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran PBL mampu mengembangkan pemahaman peserta didik yang lebih mendalam serta meningkatkan keikutsertaan peserta didik ke dalam setiap momen pembelajaran (Kusumastuti, 2013), dengan mengembangkan media yang berbeda, Purwaningsih (2020) menyatakan bahwa model PBL ini berkontribusi sebesar 47,8% terhadap metakognisi peserta didik. Hasil-hasil riset ini menunjukkan keefektifan model PBL dalam proses pembelajaran, sehingga peneliti mengembangkan modul elektronik berbantuan komik kimia menggunakan model pembelajaran berbasis masalah atau Problem Based Learning dengan parameter pada peningkatan keetrampilan berpikir kritis peserta didik.

## **METODE PENELITIAN**

Research and Development (R&D) ialah metode penelitian yang digunakan dalam riset ini. Penelitian ini merupakan sebuah kajian yang terstruktur untuk mengembangkan dan mengevaluasi proses serta hasil pembelajaran melalui produk pengembangan yang harus memenuhi kriteria tertentu secara internal. Penelitian ini

menggunakan model ADDIE (Rayanto & Sugianti, 2020), seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Model ADDIE (Kawate *et al.*, 2022)

Pengujian kevalidan, kepraktisan dan keefektifan modul elektronik diperoleh dari beberapa jenis teknik pengumpulan data yaitu dengan tes dan nontes yang mana hasil yang didapatkan dianalisis secara deskriptif. Analisis data untuk menguji kevalidan e-modul dilihat berdasarkan hasil dari penilaian ahli yang dihitung dengan persamaan matematis di bawah ini:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Keterangan:

X = Nilai *mean* skor kevalidan

$\sum Xi$  = Total skor dari validator

n = Jumlah indikator yang divalidasi

Nilai dari validator kemudian ditabulasi dan dikategorikan berdasarkan kriteria kevalidan seperti yang tertera pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Kriteria hasil validasi e-modul

| No. | Kriteria Validasi    | Keterangan   |
|-----|----------------------|--------------|
| 1   | $X > 4,20$           | Sangat valid |
| 2   | $3,40 < X \leq 4,20$ | Valid        |
| 3   | $2,60 < X \leq 3,40$ | Cukup valid  |
| 4   | $1,80 < X \leq 2,60$ | Kurang valid |
| 5   | $X \leq 1,80$        | Tidak valid  |

(Atikah *et al.*, 2021)

Analisis data kepraktisan dilihat berdasarkan hasil penelitian dari angket keterbacaan modul elektronik, angket respon terhadap media (guru dan peserta didik), kemudahan penggunaan modul elektronik dan keterlaksanaan pembelajaran. Kriteria penilaian kepraktisan disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kriteria kepraktisan e-modul

| No. | Kriteria Praktis     | Keterangan     |
|-----|----------------------|----------------|
| 1   | $4,25 < P \leq 5,00$ | Sangat praktis |
| 2   | $3,50 < P \leq 4,25$ | Praktis        |
| 3   | $2,5 < P \leq 3,50$  | Cukup praktis  |
| 4   | $1,5 < P \leq 2,50$  | Kurang praktis |
| 5   | $1,00 < P \leq 1,5$  | Tidak praktis  |

(Syahmani & Amini, 2019)

Keefektifan modul elektronik dilakukan dengan pengukuran keterampilan berpikir kritis peserta didik yang dilakukan pada saat sebelum perlakuan dan setelah intervensi. Instrumen soal terdiri dari 7 butir dalam bentuk uraian. Hasil ini dapat dianalisis dengan cara penilaian *pre-test* (tes sebelum intervensi) dan *post-test* (tes setelah intervensi). Adapun kriteria hasil penilaian berpikir kritis peserta didik dalam mempelajari materi Laju Reaksi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3. Kategori kemampuan berpikir kritis**

| Nilai Kemampuan Berpikir Kritis | Keterangan |
|---------------------------------|------------|
| 76 - 100                        | Tinggi     |
| 60 - 75                         | Sedang     |
| 0 - 59                          | Rendah     |

(Meryastiti *et al*, 2022)

Hasil tes yang telah didapatkan selanjutnya dianalisa lebih melalui normalitas gain yang bertujuan untuk mengevaluasi peningkatan variabel yang diamati dan mengukur efektivitas dari pengembangan dan penggunaan modul elektronik dalam pembelajaran kimia. Normalitas gain dihitung menggunakan rumus Meltzer sebagai berikut.

$$N - gain = \frac{Post - Pre}{100 - Pre}$$

Skor n-gain yang didapatkan kemudian dikategorikan ke dalam kriteria normalitas gain seperti pada Tabel 4 berikut ini.

**Tabel 4. Kriteria nilai N-Gain**

| Nilai N-gain            | Kriteria |
|-------------------------|----------|
| $0,70 \leq n \leq 1,00$ | Tinggi   |
| $0,30 \leq n \leq 0,70$ | Sedang   |
| $0,00 \leq n \leq 0,30$ | Rendah   |

(Meltzer, 2002)

Berdasarkan nilai normalitas gain dapat menginterpretasikan skor N-gain ke dalam kategori tafsiran efektivitas N-Gain disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut.

**Tabel 5. Kriteria tafsiran persentasi N-Gain**

| N-gain (%) | Tafsiran       |
|------------|----------------|
| > 76       | Efektif        |
| 56-75      | Cukup Efektif  |
| 40-55      | Kurang Efektif |
| < 40       | Tidak Efektif  |

(Sundayana, 2014)

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

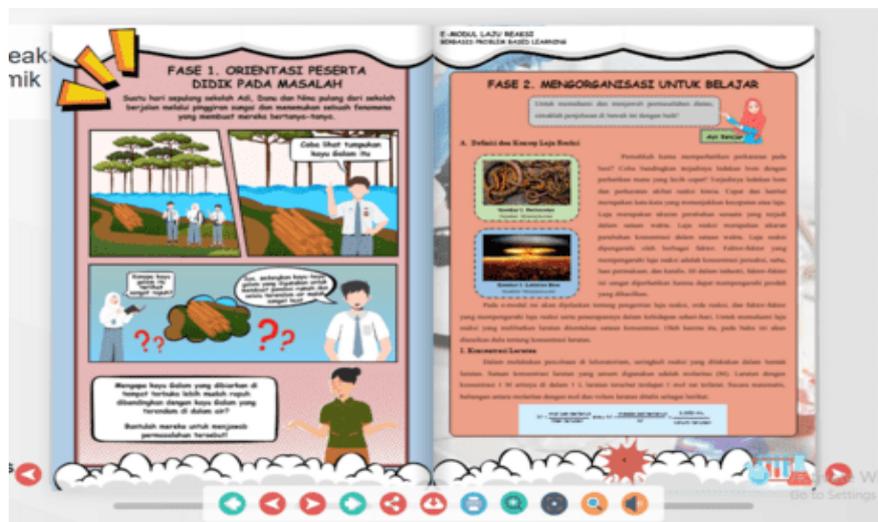
Penelitian ini menghasilkan sumber belajar berupa modul elektronik berbantuan komik kimia dengan model PBL atau Problem Based Learning untuk menciptakan suasana belajar yang berorientasi pada kegiatan berpikir secara kritis terhadap materi laju reaksi yang dikembangkan berdasarkan model ADDIE yang dimulai dengan tahapan analisis (Branch, 2009). Tahap analisis ini dilakukan dengan beberapa komponen di antaranya adalah analisis kebutuhan peserta didik terhadap pengembangan modul elektronik, analisis peserta didik dari segi aspek pengetahuan dan pandangan terhadap pembelajaran kimia, analisis karakteristik materi dan analisis

tujuan pembelajaran (Sugihartini & Yudiana, 2018).

Tahap analisis dalam pengembangan media e-modul berbantuan komik kimia dengan model pembelajaran berbasis masalah (PBL) di MAN Negeri 1 Banjarmasin dimulai dengan observasi awal untuk mengidentifikasi permasalahan dalam pembelajaran kimia, ditemukan bahwa pembelajaran kurang interaktif, siswa kurang kritis dan kesulitan memahami materi dari buku teks, sehingga perlu dikembangkan media pembelajaran baru yang menyenangkan dan interaktif. Analisis peserta didik melalui angket menunjukkan kebutuhan modul elektronik PBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis sangat diperlukan. Hasil diskusi dengan guru mata pelajaran mengidentifikasi konsep pokok materi menekankan pentingnya modul elektronik untuk mencapai pemahaman materi dan penerapannya dalam kehidupan nyata. Tujuan pembelajaran e-modul ini adalah meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan materi yang disusun berdasarkan indikator pencapaian kompetensi.

Pada tahapan selanjutnya adalah tahapan desain dengan menyusun bahan/materi atau kerangka modul elektronik seperti mengatur tata letak dan mengumpulkan elemen-elemen penyusun modul elektronik (Mawarni & Hendriyani, 2021). Hasil dari tahapan ini adalah berupa media pembelajaran yakni modul elektronik yang siap diproduksi. E-modul ini disusun dengan berbagai penjelasan tambahan serta kerangka bahan ajar pada umumnya, diantaranya adalah terdiri dari sampul depan (*cover*), kata pengantar, daftar (isi, gambar, tabel, dan video), identitas e-modul, kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, petunjuk penggunaan e-modul, peta konsep, sintaks atau tahapan-tahapan pembelajaran, materi, tes formatif, rangkuman, uji kompetensi, glosarium, daftar pustaka, dan biodata penulis. Adapun tampilan isi dari e-modul disajikan pada Gambar 1 berikut ini.





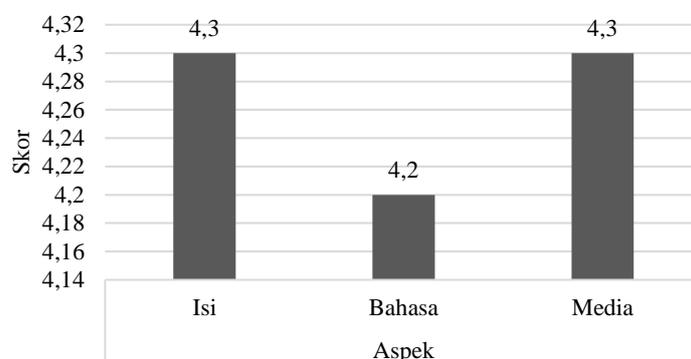
Gambar 1. Cuplikan tampilan e-modul

Pada tahapan ini, peneliti mengembangkan modul elektronik dengan bantuan website *heyzine* agar dapat dikonversi menjadi sebuah modul elektronik yang diakses secara mudah melalui tautan atau scan *barcode*. Validasi modul elektronik dilakukan dalam tahapan ini yang dilakukan oleh 5 ahli materi dan media untuk menilai dan mengevaluasi hal-hal yang perlu diperbaiki pada modul elektronik. Hasil tahapan pengembangan ini yakni modul elektronik yang siap diterapkan serta alat pengukuran dan pengumpulan data yang layak digunakan. Pada tahap pengembangan dilaksanakan penilaian yang dilakukan untuk menilai produk pengembangan atau disebut validator yang memiliki kemampuan dan pengalaman (Rokhim *et al.*, 2023).

Modul elektronik yang valid, kemudian memasuki tahapan selanjutnya, yaitu tahapan implementasi. Penerapan e-modul yang telah dikembangkan dilakukan pada tahapan ini yang mana sampelnya adalah kelas XI IPA 2 MA Negeri 1 Banjarmasin yang akan mengikuti proses pembelajaran kimia dengan media yaitu e-modul berbantuan komik kimia dengan model pembelajaran berbasis masalah dan memberikan respon serta mengikuri tes pengukuran berpikir kritis. Keseluruhan proses pengembangan kemudian dievaluasi dari tahapan analisis hingga tahapan implementasi yang menghasilkan data kevalidan, kepraktisan dan keefektifan yang dijelaskan pada bagian ini.

### Kevalidan E-modul

Kepakaran dan pengalaman merupakan salah satu kriteria validator modul elektronik yang akan menilai produk pengembangan (Sugiyono, 2022), sehingga modul elektronik yang dikembangkan divalidasi oleh 5 orang *expert* dalam bidangnya yaitu dosen pendidikan kimia, dosen teknologi pendidikan dan guru kimia. Instrumen validasi sebanyak 22 butir indikator yang dijabarkan dari aspek isi, bahasa, dan media. Adapun hasil validasi disajikan pada Gambar 2 berikut.



**Gambar 2. Rekapitulasi hasil kevalidan e-modul**

Rata-rata skor hasil kevalidan e-modul adalah 4,3 yang menunjukkan modul elektronik berbantuan komik kimia dengan model PBL secara keseluruhan dinyatakan sangat valid. Jika ditinjau berdasarkan aspek penilaian, semua aspek berada pada kategori sangat valid. Aspek penilaian paling rendah adalah aspek kelayakan bahasa. Hal ini menjadi bahan evaluasi e-modul yang dikembangkan sehingga perlu perbaikan dalam segi bahasa berdasarkan saran-saran dari validator. Setiap aspek penilaian validitas e-modul dijabarkan menjadi beberapa indikator penilaian sehingga menjadi butir-butir dalam angket kevalidan.

Pembelajaran yang terintegrasi dengan permasalahan yang disajikan dalam proses pembelajaran memberikan kontribusi besar terhadap penilaian aspek isi. Hal ini dikarenakan jika e-modul yang memuat permasalahan kontekstual yang terjadi dalam kehidupan nyata peserta didik dapat mengkonstruksi pemahaman peserta didik secara kritis untuk mendalami materi (Hartati *et al.*, 2023). Hal ini juga didukung oleh penelitian Istiqomah *et al* (2023) bahwa pengembangan modul elektronik dengan model *Problem Based Learning* dengan skor validasi 1,0 pada aspek kelayakan isi dengan kategori sangat valid.

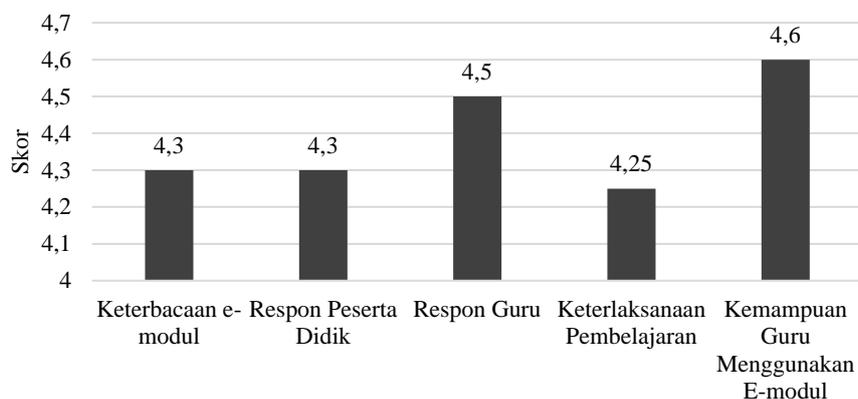
Aspek kebahasaan mendapatkan skor validasi sebesar 4,2 dari skor maksimal 5,00 yang menyatakan bahwa penggunaan bahasa pada e-modul laju reaksi model *Problem Based Learning* sudah baik dan benar. Penelitian yang dilakukan oleh Novianti *et al.* (2023) menyatakan bahwa aspek kebahasaan yang sangat valid dalam sebuah media pembelajaran menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan dalam modul elektronik sudah sesuai dengan tatanan bahasa, informatif dan mudah dipahami oleh pembaca.

Aspek kelayakan media mendapatkan skor 4,83 dari 5,00, menunjukkan bahwa aspek media sangat valid. Adapun saran dan masukan dari validator secara keseluruhan sesuai dengan 3 aspek penilaian validitas yaitu: (1) menambahkan gambar yang mempresentasikan laju reaksi dan menambahkan kalimat “berbantuan komik” pada *cover* e- modul, (2) memperbaiki penulisan rumus yang kurang tepat, (3) memperbaiki penulisan senyawa sesuai dengan kaidah keilmuan dan menambahkan sumber pada gambar, (4) memperbaiki penulisan senyawa sesuai dengan kaidah keilmuan dan menambahkan sumber pada gambar, dan (5) memperbaiki penulisan daftar pustaka.

### **Kepraktisan E-modul**

Salah satu syarat penting dalam menilai dan mengevaluasi kualitas produk pengembangan modul elektronik ini adalah kepraktisannya saat proses pembelajaran berlangsung. Media pembelajaran harus mudah diakses dan dipahami, bahkan dengan

keterbatasan alat pendukung, sehingga memfasilitasi pembelajaran mandiri yang dilakukan oleh peserta didik. Oleh karena itu, sebelum digunakan dalam proses pembelajaran, produk yang dikembangkan perlu diuji praktikalitasnya untuk menilai kemudahan penggunaannya (Annisa *et al.*, 2020). Adapun hasil uji kepraktisan e-modul disajikan pada Gambar 3 berikut ini.



**Gambar 3. Rekapitulasi hasil kepraktisan e-modul**

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil uji keterbacaan e-modul mendapatkan skor 4,3 dari 5, sehingga modul elektronik sangat praktis dari komponen keterbacaan. Uji keterbacaan memiliki untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam memahami materi yang disampaikan dalam pembelajaran serta menilai atau mengevaluasi kejelasan isi modul elektronik tersebut (Ravista *et al.*, 2021). Adapun aspek yang digunakan dalam penilaian keterbacaan e-modul yang dikembangkan adalah: (1) aspek format, merupakan penilaian terhadap format, visual dan proposi kejelasan tulisan dalam e-modul, (2) aspek materi, merupakan penilaian terhadap keterbacaan komponen materi yang termuat dalam e-modul, dan (3) aspek bahasa, penilaian terhadap penggunaan kalimat dan bahasa yang tepat sesuai dengan EYD dan PUEBI (Purnomo *et al.*, 2021). Adapun saran perbaikan adalah mengganti gambar yang kurang jelas dengan gambar yang memiliki resolusi lebih tajam.

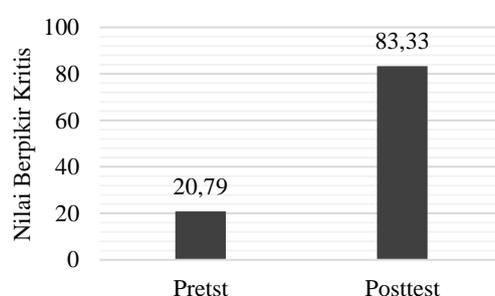
Penilaian kepraktisan produk yang dikembangkan dilakukan selama tahap uji coba dengan melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran. Data mengenai kepraktisan produk ini diperoleh dari tanggapan peserta didik. Hasil respon peserta didik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 adalah 4,3 dari 5, yang menunjukkan e-modul disrespon baik oleh peserta didik. Ada beberapa aspek yang digunakan dalam mendapatkan data respon peserta didik adalah aspek ketertarikan, aspek kemampuan pemecahan masalah, aspek materi, dan aspek pengetahuan. Respon guru menunjukkan hasil yang positif yaitu 4,5 dari 5 dengan kategori sangat praktis. Adapun saran guru terhadap e-modul adalah menambahkan informasi lebih tentang laju reaksi yang berkonteks lahan basah dan soal-soal untuk membiasakan peserta didik dalam memecahkan masalah terutama dalam materi laju reaksi.

Media pembelajaran harus mudah serta mampu dioperasikan oleh subjek pembelajaran untuk memfasilitas keterlaksanaan belajar mengajar (Sidik *et al.*, 2021). Sebagai seorang guru, harus menguasai penggunaan e-modul, mulai dari menjelaskan cara penggunaan, pendekatan pembelajaran dalam modul elektronik hingga bagaimana konsep pembelajarannya. Pertimbangan tersebut mendorong peneliti dalam melakukan observasi terhadap kemudahan penggunaan dan keterlaksanaan pembelajaran dengan menggunakan e-modul yang dikembangkan. Skor kemudahan

penggunaan dan keterlaksanaan pembelajaran berturut-turut adalah 4,25 dan 4,6 pada kategori praktis yang menyatakan modul elektronik yang dikembangkan mudah dioperasikan dalam pembelajaran.

### Keefektifan E-modul

Keefektifan berasal dari kata "efektif," mengacu pada kemampuan mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Ini menilai sejauh mana hasil yang diharapkan sesuai dengan hasil yang dicapai. Jika hasil sesuai atau melebihi harapan, maka itu dianggap efektif. Keefektifan menekankan pada kualitas pencapaian tujuan. Menurut Triwahyuningtyas et al (2020) menyatakan bahwa dalam mengembangkan suatu produk, peneliti harus memperbaiki produk yang didasarkan pada hasil uji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan agar produk yang dikembangkan dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Pengukuran keefektifan modul elektronik dilakukan melalui tes keterampilan berpikir kritis dengan menganalisis peningkatan nilai pretest dan posttest melalui analisis deskriptif dan n-gain.



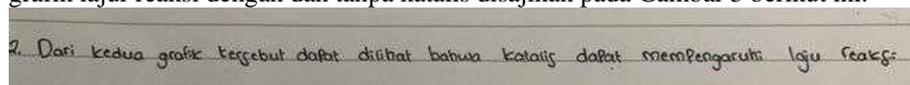
**Gambar 4. Hasil uji keefektifan e-modul terhadap keterampilan berpikir kritis**

Berdasarkan Gambar 4 di atas menunjukkan pada saat nilai rata-rata *pretest* sebesar 20,79 dengan kategori rendah. Data ini menjelaskan bahwa sebelum menggunakan e-modul, peserta didik berpikir kurang kritis, yang disebabkan karena peserta didik kesulitan dalam mengidentifikasi pertanyaan dalam menjawab pertanyaan yang tertera dalam lembar soal masih lemah. Hal ini ditunjukkan dari jawaban-jawaban peserta didik saat pre-test, bahwa peserta didik belum mampu menjawab permasalahan pada soal dengan benar. Selain itu, beberapa peserta didik tidak menjawab nomor- nomor tertentu disebabkan tidak memiliki pengetahuan terkait soal yang disajikan.

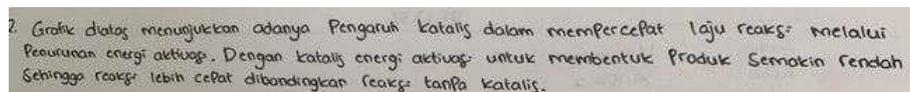
Hasil *post-test* yang dilakukan setelah perlakuan memiliki hasil peningkatan yang signifikan, yaitu dengan nilai rerata 83,33 pada kategori sangat tinggi. Peningkatan ini disebabkan karena perlakuan yang dilakukan dalam penelitian yaitu penggunaan e-modul berbantuan komik dengan model *Problem Based Learning* yang melatih peserta didik agar mampu berpikir kritis dalam proses pembelajaran. E-modul berbantuan komik dengan model PBL mampu mengasah ide-ide peserta didik dalam menyelesaikan masalah kehidupan nyata secara kritis (Smith *et al.*, 2023) melalui konteks lahan basah yang disajikan akan lebih mudah dipahami dan pembelajaran menjadi terasa tidak membosankan dan nyata karena berkaitan dengan kehidupan nyata peserta didik atau ada di lingkungan peserta didik.

Perhitungan n-gain dilakukan terhadap hasil tes yang dilakukan menghasilkan skor n-gain 0,79 (tinggi) dengan persentase 79,14% pada kategori efektif. Sebaran data keefektifan e- modul yang dikembangkan, yaitu 23 peserta didik menunjukkan e-modul sudah efektif, 7 peserta didik menunjukkan cukup efektif dan tidak ada peserta didik yang menunjukkan kurang efektif, sehingga e-modul yang

dikembangkan efektif berdasarkan nilai yang diperoleh dari keefektifan nilai N-Gain. Tes kemampuan berpikir kritis yang dilakukan menggunakan beberapa kompetensi yang dijabarkan menjadi butir soal. Adapun kompetensi keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (F) *Focus*, (R) *Reason*, (I) *Inference*, (S) *Situation*, (C) *Clarity*, dan (O) *Overview* (Ennis, 1993). Salah satu sampel soal dan jawaban peserta didik terhadap kompetensi “*reason*” terkait pemberian penjelasan grafik lajur reaksi dengan dan tanpa katalis disajikan pada Gambar 5 berikut ini.



2. Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat bahwa katalis dapat mempengaruhi laju reaksi.



2. Grafik diatas menunjukkan adanya Pengaruh katalis dalam mempercepat laju reaksi melalui Peurunan energi aktiugs. Dengan katalis energi aktiugs untuk membentuk Produk Semakin Rendah Sehingga reaksi lebih cepat dibandingkan reaksi tanpa katalis.

**Gambar 5. Perbandingan jawaban salah satu peserta didik pada kompetensi *reason***

Gambar 5 di atas menunjukkan bahwa jawaban peserta didik saat *pretest* termasuk dalam kategori kurang kritis, jawaban peserta didik masing kurang bersifat saintifik yang menunjukkan lemahnya pemikiran yang kritis. Namun, setelah penggunaan modul elektronik, mereka mampu mengeskplor jawaban atau alasan relevan berdasarkan wacana yang disajikan. Perbandingan sampel jawaban peserta didik untuk kompetensi *reason* menunjukkan adanya perubahan ke arah yang lebih baik terhadap kemampuan berpikir yang kritis dan menyatakan pendapat untuk meyakinkan yang mana peserta didik mampu menjawab dengan tepat dan menjelaskan pengaruh katalis terhadap laju reaksi.

Model pembelajaran berbasis masalah (PBL) telah terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan menyediakan lingkungan belajar yang interaktif dan menarik yang mendorong partisipasi dan kolaborasi aktif. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan media berbasis PBL mengarah pada peningkatan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan metode tradisional (Kurniawati *et al.*, 2024). Selain itu, adanya konten lahan basah dalam model PBL telah ditemukan berdampak positif pada keterampilan berpikir kritis peserta didik karena konten masalah yang mereka analisis terkait dengan kehidupan sehari-hari (Rusmansyah *et al.*, 2023), terutama dalam pemecahan masalah dan kemampuan kognitif. Penelitian lain telah menunjukkan bahwa paparan PBL dapat menghasilkan peningkatan penting dalam keterampilan berpikir kritis siswa, sebagaimana dibuktikan oleh perbedaan yang signifikan dalam skor *pretest* dan *posttest* (Sartika *et al.*, 2023).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa e-modul berbantuan komik dengan model pembelajaran berbasis masalah sangat valid dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi Laju Reaksi. Validitas e-modul ini mendapat skor 4,30 dari segi materi, bahasa, dan media. E-modul ini juga dinilai sangat praktis dengan skor 4,4 berdasarkan angket keterbacaan, respons peserta didik, respons guru, serta observasi keterlaksanaan dan kemampuan guru mengelola kelas. Selain itu, e-modul ini efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dengan nilai N-Gain sebesar 0,79.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Anggraeni, Y., Bakti, I., & Mahdian, M. (2022). PERBEDAAN MOTIVASI DAN PERBEDAAN HASIL BELAJAR ANTARA MODEL PROBLEM BASED LEARNING MENGGUNAKAN LABORATORIUM RIIL DENGAN LABORATORIUM VIRTUAL. *JCAE (Journal of Chemistry And Education)*, 5(2), 86-94. <https://doi.org/10.20527/jcae.v5i2.1200>
- Annisa, A. R., Putra, A. P., & Dharmono, D. (2020). Praktikalitas media pembelajaran daya antibakteri ekstrak buah sawo berbasis macromedia flash. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 11(1), 72-80. <http://dx.doi.org/10.20527/quantum.v11i1.8204>
- Atikah, N., Gistituati, N., Fitria, Y., & Syarifuddin, H. (2021). Validitas E-Modul Matematika Sekolah Dasar Berbasis Pendekatan Realistic Mathematics Education (RME). *Jurnal Basicedu*, 5(6), 6103-6109. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1799>
- Branch, R. M. (2010). *Instructional design: The ADDIE approach. In Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer: New York.
- Ennis, R. H. (1993). *Critical thinking assessment. Theory Into Practice*, 32(3), 179–186.
- Hartati, M. S., & Billa, K. S. (2023). Efektivitas Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Biologi Di Madrasah Aliyah Yasuruka Kota Bengkulu. *Indonesian Journal Of Innovation Multidisipliner Research*, 1(3), 238-248. <https://doi.org/10.31004/ijim.v1i3.25>
- Istiqomah, I., Masriani, M., Rasmawan, R., Muharini, R., & Lestari, I. (2022). Pengembangan E-Modul Flipbook IPA Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 9156-9169. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3558>
- Izzah, A., Kusmaharti, D., & Yustitia, V. (2023). Pengembangan E-Modul Matematika Berbasis Problem Based Learning Untuk Memecahkan Masalah Matematika Materi Kecepatan Dan Debit Di Sekolah Dasar. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 4(2), 1139- 1147. <https://doi.org/10.46306/lb.v4i2.382>
- Kawete, M., Gumolung, D., & Aloanis, A. (2022). Pengembangan Video Pembelajaran Materi Ikatan Kimia dengan Model ADDIE sebagai Penunjang Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19. *Journal of Chemistry Education*, 4(1), 63-69. <https://doi.org/10.37033/ojce.v4i1.374>
- Khairunnisa, K., Saadi, P., & Leny, L. (2022). Implementasi Model Problem Based Learning Berbasis Stem Dengan Media Virtual Reality Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Self Regulation Peserta Didik. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 13(1), 96-108. <http://dx.doi.org/10.20527/quantum.v13i1.12109>
- Kurniawati, K. R. A., Negara, H. R. P., Negara, H. R. P., & Sucipto, L. (2024). Implementation of Problem-Based Learning to Enhance Critical Thinking Skills in Mathematics. *In Proceeding of International Seminar On Student Research In Education, Science, and Technology* (Vol. 1, pp. 275-285).
- Kusumastuti, A. (2013). Pengaruh Model PBL (Problem based learning) Menggunakan Media Gambar Bergerak (Animasi) Terhadap Hasil Belajar IPA Materi Pesawat Sederhana peserta didik Kelas VIII SMPN 2 Bobotsari Purbalingga, *Skripsi, FPMIPA IKIP PGRI Semarang*.
- Laili, I., ., G., & ., U. (2019). Efektivitas Pengembangan E-Modul Project Based Learning pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik. *Jurnal Ilmiah*

- Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315.  
<https://doi.org/10.23887/jipp.v3i3.21840>
- Mawarni, J., & Hendriyani, Y. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran E-Modul Interaktif Pada Matakuliah Pemrograman Visual Dengan Metode Pengembangan Addie. *Jurnal Vokasi Informatika (JAVIT)*, 79-88.  
<https://doi.org/10.24036/javit.v1i3.67>
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics a possible hidden variable in diagnostic pretest scores. *American Association of Physics Teachers*, 70(12).  
<https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Meryastiti, V., Ridlo, Z. R., & Supeno, S. (2022). Identifikasi kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran IPA siswa SMP negeri 1 Glenmore kabupaten banyuwangi. *Saintifika*, 24(1), 20-29.  
<https://doi.org/10.19184/saintifika.v24i1.29659>
- Novianti, N., Zaiyar, M. Z., Khaulah, S., Fitri, H., & Jannah, R. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, 7(3), 2369-2375. <http://dx.doi.org/10.58258/jisip.v7i3.5370>
- Purnomo, N., Pujani, N. M., & Juniartina, P. P. (2021). Pengembangan Kamus IPA Berbasis Microsoft Excel Sebagai Suplemen Buku IPA Materi Sistem Ekskresi Manusia. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 4(1), 58-68. <https://doi.org/10.23887/jppsi.v4i1.33228>
- Ravista, N., Sutarno, S., & Harlita, H. (2021). Validity and practicality of guided inquiry-based e-modules accompanied by virtual laboratory to empower critical thinking skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(SpecialIssue), 331-339. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7iSpecialIssue.1083>
- Rayanto, Y., & Sugianti. (2020). Penelitian Pengembangan Model ADDIE dan R2D2: Teori & Praktek. Pasuruan: Lembaga Academic & Research Institute.
- Redhana, I.W. (2019). Mengembangkan keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239-2253.  
<https://doi.org/10.15294/jipk.v13i1.17824>
- Ricu Sidiq, & Najuah. (2020). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android pada Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar. *Jurnal Pendidikan Sejarah*, 9(1), 1–14. <https://doi.org/10.21009/JPS.091.01>
- Rokhim, D. A., Habiddin, H., Agustina, N. I., & Nenohai, J. A. (2023). The effectiveness and validity of learning media based on IT for mentally disabled students in chemistry subject. *Educación química*, 34(4), 77-85.  
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.4.84127>
- Romayanti, C., Sundaryono, A., & Handayani, D. (2020). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis Kemampuan Berpikir Kreatif dengan Menggunakan Kvisoft Flipbook Maker. *Alotrop: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 4(1), 51-58.  
<https://ejournal.unib.ac.id/alotropjurnal/article/view/13709>
- Rushapiana, R., Mahdian, M., & Rusmansyah, R. (2018). Penerapan model auditoy intellectually repetition (AIR) dalam pembelajaran kelarutan dan hasil kali kelarutan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar. *JCAE (Journal of Chemistry and Education)*, 1(3), 218-224.
- Rusmansyah, R., Rahmah, S. A., Syahmani, S., Hamid, A., Isnawati, I., & Kusuma, A. E. (2023). The Implementasi Model PjBL-STEAM konteks lahan basah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan self-efficacy peserta didik. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 9(1), 44–57.  
<https://doi.org/10.22219/jinop.v9i1.23493>

- Sartika, W., Rahman, S. R., & Irfan, M. (2023). Empowering students' critical thinking skills using problem-based learning. *Inornatus: Biology Education Journal*, 3(2), 67-74. <https://doi.org/10.30862/inornatus.v3i2.427>
- Sidik, F. D. M., & Kartika, I. (2020). Pengembangan e-modul dengan pendekatan problem based learning untuk peserta didik SMA/MA kelas XI materi gejala gelombang. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(2), 185-201. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i2.6277>
- Smith, G., Ichda, M. A., Alfian, M., & Kuncoro, T. (2023). Literacy Studies: Implementation of Problem-based Learning Models to Improve Critical Thinking Skills in Elementary School Students. *KnE Social Sciences*, 222-233. <https://doi.org/10.18502/kss.v8i10.13449>
- Sugihartini, N., & Yudianta, K. (2018). ADDIE sebagai model pengembangan media instruksional edukatif (MIE) mata kuliah kurikulum dan pengajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15(2). <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v15i2.14892>
- Syahmani, S. (2019). Self-regulated learning model with mind map to improve students cognition and metacognition skills in solving chemical problems. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 8(2), 1690-1698. <https://doi.org/10.26740/jpps.v8n2.p1690-1698>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Triwahyuningtyas, D., Ningtyas, A. S., & Rahayu, S. (2020). The problem-based learning e-module of planes using Kvisoft Flipbook Maker for elementary school students. *Jurnal Prima Edukasia*, 8(2), 199–208. <http://dx.doi.org/10.21831/jpe.v8i2.34446>
- Wiranti, W., Iriani, R., Saadi, P., & Leny, L. (2023). PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING MENGGUNAKAN ISPRING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI REAKSI REDOKS. *JCAE (Journal of Chemistry And Education)*, 6(2), 77-86. <https://doi.org/10.20527/jcae.v6i2.1686>