



# Alotrop

## Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia

p-ISSN 2252-8075 e-ISSN 2615-2819

---

### PENGEMBANGAN E-MODUL SIFAT FISIKA DAN KIMIA PERAIRAN BERBASIS RISET UNTUK MENSTIMULUS KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI MAHASISWA

---

Anugra Rahma Shafira<sup>1</sup>, Wiwit<sup>2\*</sup>, Nurhamidah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Bengkulu  
\*email: [wiwit@unib.ac.id](mailto:wiwit@unib.ac.id)

---

#### ABSTRACT

*[Development of E-module on The Physical and Chemical Properties of Water Based on Research to Stimulus Students High Order Thinking Abilities] This research is a research-based e-module development of the physical and chemical properties of waters that aims to determine the feasibility level and student response to the developed e-module. This e-module uses the ADDIE development model limited to the development stage. The research was conducted at the Chemistry Education Study Program, University of Bengkulu with the research subjects being 37 students who had taken the Environmental Chemistry course in the 2022/2023 Academic Year. From the research results obtained (1) the level of feasibility of e-modules in the material aspect was 91.4% while from the media aspect was 91.1%, therefore based on the results of validation by the validator, e-modules are declared very feasible, (2) based on the results of the student response test, 87.2% are in the very good category. The ability of e-modules to stimulate students' higher-order thinking skills is stated to be very good based on the results of validation tests and student responses related to the e-modules developed on aspects of material on stimulus, learning activities, evaluation, and competency tests presented in the e-modules. From the results obtained, it is known that the e-module developed is feasible to use and be tested in lectures.*

**Keywords:** Module; research; higher order thinking.

#### ABSTRAK

Penelitian ini merupakan pengembangan e-modul sifat fisika dan kimia perairan berbasis riset yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dan respons mahasiswa terhadap e-modul yang dikembangkan. E-modul ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang dibatasi sampai tahap pengembangan (*development*). Penelitian dilakukan di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Bengkulu dengan subjek penelitian yaitu 37 mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Kimia Lingkungan pada Tahun Akademik 2022/2023. Dari hasil penelitian diperoleh (1) tingkat kelayakan e-modul pada



aspek materi yaitu 91,4% sedangkan dari aspek media yaitu 91,1% sehingga berdasarkan hasil validasi oleh validator e-modul dinyatakan sangat layak; (2) berdasarkan hasil uji respons mahasiswa yaitu 87,2% berada pada kategori sangat baik. Kemampuan e-modul dalam menstimulus kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa dinyatakan sangat baik berdasarkan hasil uji validasi dan respons mahasiswa terkait e-modul yang dikembangkan pada aspek materi yang berkaitan dengan stimulus, kegiatan pembelajaran, evaluasi, serta uji kompetensi yang disajikan dalam e-modul. Dari hasil yang didapatkan, maka diketahui bahwa e-modul yang dikembangkan layak digunakan dan diujicobakan dalam perkuliahan.

**Kata kunci:** E-modul; riset; sifat fisika dan kimia perairan; berpikir tingkat tinggi.

## PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan interaksi antara peserta didik, pendidik, dan sumber belajar dalam suatu lingkungan belajar [1]. Pembelajaran dirancang untuk memfasilitasi peserta didik dalam mencapai kompetensi atau tujuan pembelajaran tertentu [2]. Peningkatan kualitas pembelajaran menjadi suatu keutamaan dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan [3]. Kualitas suatu pembelajaran dapat ditingkatkan dengan berbagai cara, salah satunya dengan mengoptimalkan bahan ajar.

Bahan ajar adalah sesuatu yang digunakan oleh guru atau peserta didik untuk memudahkan proses pembelajaran. Bahan ajar adalah seperangkat atau alat pembelajaran yang berisikan materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi pembelajaran yang didesain secara sistematis dalam rangka mencapai tujuan dan kompetensi atau sub-kompetensi dengan segala kompleksitasnya [4]. Bahan ajar digunakan untuk membantu peserta didik dalam mempelajari sesuatu serta memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran [5]. Inovasi bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran juga terus berkembang seiring dengan perubahan zaman, terutama yang banyak digunakan pada

pembelajaran di era perkembangan IPTEK saat ini.

Pembelajaran di era pesatnya perkembangan IPTEK saat ini menuntut adanya perubahan sistem pembelajaran konvensional ke sistem pembelajaran modern berbasis teknologi [6]. Penerapan perkembangan teknologi dalam penggunaan bahan ajar diperlukan untuk meningkatkan kualitas suatu pembelajaran [7]. Perkembangan teknologi informasi mampu mengolah, mengemas, dan menampilkan serta menyebarkan informasi pembelajaran baik dengan audio, visual, audiovisual, bahkan multimedia [8]. Selain meningkatkan kualitas pembelajaran, penggunaan bahan ajar yang inovatif dalam pembelajaran sangat dibutuhkan terutama untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah proses berpikir secara kompleks, yang melibatkan aktivitas mental untuk menghubungkan, memanipulasi, dan mentransformasi pengetahuan serta pengalaman yang sudah dimiliki untuk memecahkan masalah dalam situasi baru [9]. Berpikir tingkat tinggi merupakan kemampuan berpikir dalam ranah menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan mengkreasi (*creating*) [10]. Penerapan pembelajaran yang



menerapkan kemampuan berpikir tingkat tinggi akan mendorong peserta didik untuk dapat membedakan ide atau gagasan secara jelas, mampu mengkonstruksi penjelasan, mampu berhipotesis, dan memahami hal-hal kompleks menjadi lebih jelas [11]. Proses pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik juga tidak terlepas oleh penggunaan model pembelajaran yang sesuai. Salah satu model pembelajaran yang dipandang dapat membantu dan memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi salah satu diantaranya adalah model pembelajaran *Problem Based Learning* [12].

Model pembelajaran *Problem Based Learning* merupakan suatu model pembelajaran yang dapat melibatkan peserta didik untuk memecahkan masalah yang nyata melalui tahap-tahap metode ilmiah sehingga peserta didik dapat mempelajari pengetahuan yang berhubungan dengan masalah tersebut sekaligus memiliki keterampilan dalam memecahkan masalah [13]. Kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal *higher order thinking* setelah dilakukan pembelajaran menggunakan model pembelajaran berbasis masalah memiliki kriteria baik pada kemampuan menganalisis dan mengevaluasi masalah [14]. Salah satu pembelajaran yang memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik dengan didukung model pembelajaran *Problem Based Learning* adalah pembelajaran kimia.

Kimia merupakan salah satu ilmu pengetahuan alam (IPA) yang mengkaji tentang sifat, komposisi, struktur, serta energi yang menyertai perubahan materi [15]. Kimia merupakan ilmu pengetahuan yang bersifat abstrak mulai dari konsep sederhana sampai yang paling kompleks, sehingga diperlukan

bahan ajar yang dapat membantu peserta didik dalam memahami materi kimia dengan mudah [16]. Salah satu cabang disiplin ilmu kimia yang banyak dipelajari adalah Kimia Lingkungan. Kimia lingkungan merupakan ilmu multi-disiplin yang mencakup kimia, fisika, pertanian serta mempelajari bagaimana reaksi dan efek fenomena kimia yang terjadi di lingkungan [17]. Kimia lingkungan merupakan cabang studi kimia yang banyak dipelajari di tingkat perguruan tinggi, salah satunya di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Bengkulu.

Program Studi Pendidikan Kimia merupakan Program studi strata satu (S-1) yang ada di Universitas Bengkulu. Salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh mahasiswa pada program studi ini adalah Kimia Lingkungan dengan bobot 2-0 SKS. Berdasarkan hasil wawancara dan penyebaran angket kebutuhan yang disebar pada mahasiswa program studi Pendidikan Kimia yang mengambil mata kuliah Kimia Lingkungan pada tahun akademik 2021/2022 dan tahun akademik 2022/2023, bahan ajar yang digunakan pada perkuliahan berupa artikel dari jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi yang didapatkan dari internet, serta materi perkuliahan yang dibuat dalam bentuk *power point slide*. Angket kebutuhan yang disebar menyatakan sebanyak 76,7% mahasiswa merasa mengalami kesulitan dalam memahami materi kimia lingkungan selama proses perkuliahan berlangsung, sebanyak 70% mahasiswa menyatakan tidak mempunyai bahan ajar pegangan dalam mempelajari materi perkuliahan kimia lingkungan, dan 76,7% mengalami kesulitan memahami topik perkuliahan kimia lingkungan dari bahan ajar yang ada. Dari permasalahan yang dihadapi, sebanyak 96,7%



mahasiswa membutuhkan bahan ajar alternatif untuk belajar kimia lingkungan secara lebih mudah.

Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang telah disebutkan adalah dengan mengoptimalkan bahan ajar. Modul elektronik (e-modul) adalah salah satu inovasi bahan ajar yang dapat digunakan pada kegiatan pembelajaran [18]. E-modul sendiri merupakan bahan ajar yang berisikan materi digital disertai dengan simulasi dan dilengkapi dengan teks, gambar, ataupun keduanya yang layak digunakan dalam pembelajaran [19]. Banyaknya manfaat e-modul diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran.

Pengembangan e-modul yang dapat digunakan pada kegiatan perkuliahan kimia lingkungan salah satunya yaitu e-modul berbasis riset. Untuk memahami secara konkrit penerapan konsep yang dipelajari oleh mahasiswa, dibutuhkan e-modul berbasis riset yang berisikan teori dan kegiatan penelitian sehingga mahasiswa dapat belajar lebih banyak [20]. Selain itu, untuk menciptakan pembelajaran yang mampu menstimulus kemampuan berpikir tingkat tinggi, mahasiswa dapat menghubungkan antara teori yang dipelajarinya dengan hasil riset yang diperoleh, sehingga pembelajaran akan lebih bersifat konkrit dan dekat dengan kehidupan mahasiswa dengan dikembangkannya modul berbasis riset [21]. Riset tentang penelitian mengenai analisis kualitas perairan di Bengkulu sudah dilakukan oleh dosen pembimbing dimana penelitian yang dilakukan merupakan kolaborasi penelitian internasional dengan Kanazawa University. Namun dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, belum ada tindak lanjut sehingga hasil riset yang sudah diperoleh

dari penelitian akan dijadikan landasan materi dalam pengembangan e-modul.

Pada pengembangan modul elektronik terdapat sejumlah aplikasi yang dapat digunakan. Salah satu aplikasi yang dapat digunakan pada pengembangan e-modul adalah *Flip PDF Corporate Edition*. *Flip PDF Corporate Edition* merupakan sebuah software yang bisa digunakan untuk membuka halaman sebuah modul layaknya buku [22]. *Flip PDF Corporate Edition* adalah sebuah aplikasi untuk membuat e-modul berbasis *flip* yang memiliki tampilan seperti buku dengan konten di dalamnya dapat menambahkan animasi atau video, baik itu video *offline* maupun *online*, dan dapat menambahkan audio serta gambar untuk penjelasan materi [23].

Berdasarkan paparan latar belakang yang telah disajikan, peneliti tertarik untuk melakukan pengembangan e-modul sifat fisika dan kimia perairan berbasis riset untuk menstimulus kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa Pendidikan Kimia pada mata kuliah kimia lingkungan.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)*. Adapun model pengembangan yang digunakan untuk mengembangkan e-modul dalam penelitian ini adalah *ADDIE*. Model pengembangan *ADDIE* ini terdiri dari 5 tahapan yaitu *analyze* (analisis), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi), dan *evaluation* (evaluasi). Pengembangan e-modul pada penelitian ini dibatasi hingga tahap pengembangan (*development*).

Tahap analisis pada penelitian ini terdiri dari analisis mahasiswa, analisis kebutuhan, analisis RPS dan analisis

konsep. Analisis mahasiswa yang dilakukan berguna untuk mengoptimalkan kompetensi dan pengetahuan yang dimiliki dengan cara menentukan jenis bahan pembelajaran yang dibutuhkan mahasiswa. Analisis kebutuhan yang dilakukan berguna untuk mengetahui bagaimana kesesuaian bahan ajar yang digunakan dengan tuntutan kompetensi mahasiswa dalam pembelajaran. Dari hasil analisis RPS yang dilakukan akan didapatkan kesesuaian antara produk e-modul yang akan dikembangkan dengan materi dan kompetensi yang harus dicapai oleh mahasiswa dalam perkuliahan Kimia Lingkungan. Analisis konsep yang dilakukan berguna untuk mengidentifikasi dan menentukan alur penyusunan materi yang digambarkan dalam bentuk peta konsep yang merujuk pada kompetensi dasar dan indikator.

Tahap perancangan merupakan tahap lanjutan dari tahap analisis. Tahapan ini merupakan proses sistematis yang dimulai dari menetapkan tujuan belajar hingga merancang evaluasi belajar dimana tahapan ini masih bersifat konseptual yang kemudian akan mendasari proses pengembangan berikutnya

Pada tahap pengembangan (*development*) dilakukan pembuatan e-modul pada materi sifat fisika dan kimia perairan menggunakan *software Flip PDF Corporate Edition*. Tahap ini merupakan tahap realisasi dari apa yang sudah dirancang dari tahap *design* sebelumnya. Pada tahap ini terdiri dari pengembangan e-modul, Validasi ahli, Revisi tahap I, Uji Respons Mahasiswa, dan Revisi Tahap II.

Desain uji coba dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu uji validasi dari ahli materi dan media, serta tahap uji respons mahasiswa. Pada penelitian ini, subjek uji coba produk dilakukan kepada

37 orang mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia yang menempuh mata kuliah kimia lingkungan pada tahun akademik 2022/2023. Jenis data yang dikumpulkan pada penelitian ini meliputi data kuantitatif dan data kualitatif.

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini meliputi lembar wawancara, lembar validasi, angket kebutuhan mahasiswa, dan angket respons mahasiswa. Adapun teknik pengumpulan data pada penelitian ini meliputi wawancara, uji validasi, penyebaran angket respons mahasiswa, penyebaran angket kebutuhan mahasiswa, dan studi pustaka.

Teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis lembar validasi dan analisis angket respons mahasiswa. Data yang dikumpulkan dari lembar validasi dianalisis kemudian diolah menggunakan skala *Likert*. Kategori skala *Likert* untuk lembar validasi para ahli penelitian produk e-modul dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Penilaian	Skor
Sangat valid	5
Valid	4
Cukup Valid	3
Tidak Valid	2
Sangat tidak valid	1

Setelah memperoleh data dari angket, angket kemudian dianalisis secara kuantitatif. Untuk mengukur tingkat validitas berdasarkan skala *Likert* yang diperoleh dari lembar validasi, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Va1 = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\%$$
$$Va2 = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\%$$

Setelah diperoleh hasil validasi dari masing-masing validator, selanjutnya dihitung gabungan hasil analisis ke dalam rumus, yaitu:

$$V = \frac{Va1 + Va2}{2} = \dots \%$$

Keterangan:

V = Validasi (gabungan)

Va1 = Validasi ahli ke-1

Va2 = Validasi ahli ke-2

Tse = Total skor empiris (skor yang diperoleh dari validator)

Tsh = Total skor maksimal yang diharapkan

Untuk menentukan kelayakan dan kualitas produk yang dihasilkan, persentase validitas kemudian dikonversi kedalam pernyataan penilaian.

Analisis respons mahasiswa bertujuan untuk menganalisis data dari angket respons mahasiswa mengenai penggunaan e-modul yang dihasilkan yang kemudian akan diolah kedalam data kuantitatif. Data kuantitatif pada analisis respons mahasiswa diolah kedalam bentuk skala *Likert*. Skor data skala *Likert* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Skor Skala Likert

Skala	Skor
Sangat setuju	5
Setuju	4
Cukup setuju	3
Tidak setuju	2
Sangat tidak setuju	1

Data penilaian yang diperoleh dari lembar angket respons mahasiswa kemudian dianalisis secara kuantitatif.

$$P = \frac{\Sigma F}{(N \times I \times R)} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Angka Persentase

$\Sigma F$  = Jumlah skor dari keseluruhan responden

N = Jumlah Responden

I = Skor Maksimal

R = Jumlah Indikator

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap Analisis

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis mahasiswa, analisis kebutuhan, analisis RPS, dan analisis konsep.

### Analisis Mahasiswa

Analisis mahasiswa diperoleh dari hasil wawancara dengan mahasiswa pendidikan kimia yang mengambil mata kuliah kimia lingkungan pada Tahun Akademik 2022/2023. Dari analisis yang sudah dilakukan, masih diperlukan bahan ajar yang mampu mendukung kegiatan belajar mandiri mahasiswa. Pengembangan bahan ajar tersebut juga diorientasikan kepada kemajuan IPTEK di era sekarang yang banyak mengadaptasi teknologi kedalam bahan ajar. Sehingga peneliti merasa sangat dibutuhkannya bahan ajar yaitu berupa e-modul untuk menunjang kegiatan perkuliahan.

### Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan melalui penyebaran angket kebutuhan kepada mahasiswa pendidikan kimia yang mengambil mata kuliah kimia lingkungan pada Tahun Akademik 2022/2023. Berdasarkan hasil analisis angket kebutuhan diketahui bahwa sebanyak 66,7% mahasiswa merasa kurang terlibat aktif dalam perkuliahan, dan 76,7% mengalami kesulitan memahami topik dari bahan ajar yang ada. Dari permasalahan yang dihadapi, sebanyak 96,7% mahasiswa membutuhkan bahan ajar alternatif yang dapat digunakan untuk mempelajari materi kimia lingkungan secara lebih mudah dan menarik

### Analisis RPS

Pada analisis RPS (Rencana Pembelajaran Semester), peneliti mengkaji kemampuan akhir, capaian

pembelajaran mata kuliah, dan bahan kajian yang ada pada RPS mata kuliah Kimia Lingkungan untuk menentukan isi materi, tujuan pembelajaran dan capaian pembelajaran mata kuliah pada e-modul Kimia Lingkungan yang dikembangkan. Berdasarkan analisis Rancangan Pembelajaran Semester (RPS) yang telah dilakukan, peneliti mengembangkan 3 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah dan 3 Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah sesuai hasil identifikasi kemampuan akhir pada RPS mata kuliah kimia lingkungan

### Analisis Konsep

Pada analisis konsep, perlu diidentifikasi karakteristik konsep yang meliputi; label konsep, definisi konsep, jenis konsep, atribut konsep, kedudukan konsep, contoh dan non contoh dari konsep.

Pada materi ini yang menjadi label konsep adalah Salinitas, pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), *Dissolved Oxygen* (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan pH perairan. Pada setiap label konsep memiliki definisi konsep. Hubungan suatu konsep dengan konsep lain berdasarkan tingkatannya disebut dengan hirarki konsep. Hirarki konsep dapat direpresentasikan dalam bentuk peta konsep dan digunakan untuk menentukan urutan pembelajaran konsep.

### Perancangan

Setelah dilakukan analisis langkah selanjutnya adalah tahap design. Tahapan yang dilakukan dalam tahap design produk pengembangan media pembelajaran e-modul yaitu Mengumpulkan referensi dan Merancang Draft dan Kegiatan Pembelajaran pada e-modul.

### Pengembangan

Pada tahap pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan e-modul sifat fisika dan kimia perairan yang berbasis riset

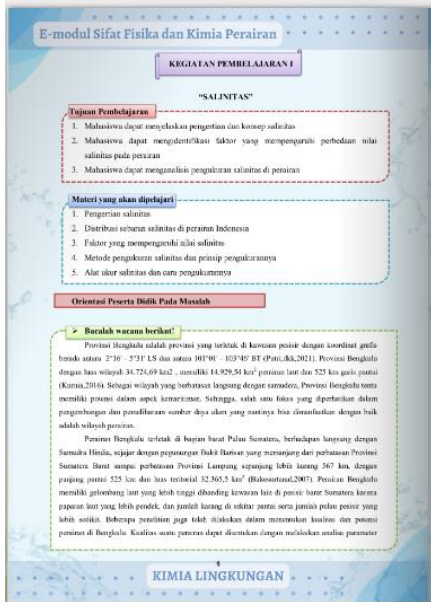
dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning*. Adapun tahapan yang dilakukan meliputi:

### Pengembangan e-modul

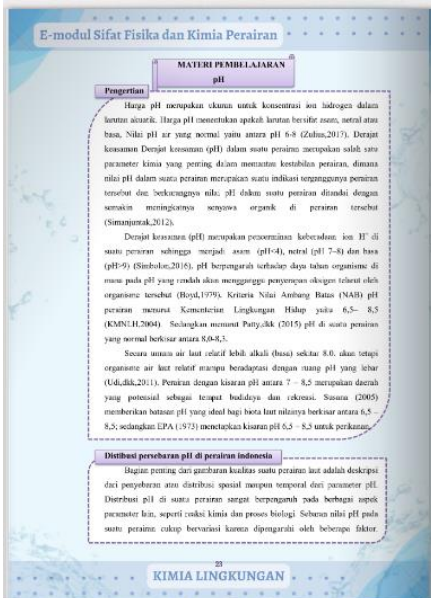
Rancangan e-modul yang telah direvisi berdasarkan saran dan masukan dari dosen pembimbing selanjutnya dikembangkan menggunakan *software flip PDF Corporate Edition*. Bentuk akhir e-modul yaitu berupa *link* yang dapat diakses secara *online* pada laptop atau *smartphone* pengguna. Adapun rancangan e-modul yang telah dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.



**Gambar 1.** Tampilan awal e-modul yang dikembangkan



**Gambar 2.** Kegiatan Pembelajaran pada e-modul yang dikembangkan



**Gambar 3.** Materi pembelajaran pada e-modul yang dikembangkan

### Validasi oleh Ahli Media dan Materi

Penilaian kelayakan ini bertujuan untuk mengetahui layak atau tidaknya e-modul sifat fisika dan kimia perairan berbasis berbasis riset dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* yang dikembangkan. Hasil validasi ahli media disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Tabulasi Hasil Validasi Ahli Media

Aspek Penilaian	Persentase validitas (%)				Kategori
	V1	V2	V3	Rata-Rata	
Tampilan Visual dan Audio	88,5	100	91,4	93,3	Sangat layak
Tata Letak	100	100	90	96,6	Sangat layak
Penggunaan	80	80	90	83,3	Sangat layak
<b>Rata-rata (%)</b>	<b>89,5</b>	<b>93,3</b>	<b>90,4</b>	<b>91,1</b>	<b>Sangat layak</b>

Hasil validasi untuk aspek tampilan visual dan audio dari 3 validator didapatkan rata-rata 93,3% dalam kategori sangat layak digunakan dengan revisi. Persentase validitas yang tinggi pada aspek kelayakan tampilan visual dan audio menunjukkan bahwa desain cover memiliki tata letak yang baik dan menarik. Pada penilaian penggunaan huruf menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan sudah memenuhi kesesuaian pemilihan jenis dan ukuran huruf serta penggunaan huruf kapital. Penggunaan jenis dan ukuran huruf yang konsisten akan meningkatkan motivasi dan kenyamanan peserta didik dalam belajar.

Hasil rata-rata validasi untuk aspek tata letak dari 3 validator didapatkan rata-rata 96,6% dalam kategori sangat layak digunakan dengan revisi. Hasil yang diperoleh ini menggambarkan bahwa komponen-komponen yang dinilai dalam aspek tata letak sudah sangat layak. Adapun komponen yang terdapat dalam aspek tata letak: kesesuaian aspek-aspek yang terletak pada cover e-modul, kesesuaian tata letak antar sub bab pada antar paragraf, serta penempatan materi dan gambar pada e-modul. Pada indikator penilaian kesesuaian aspek-aspek yang terletak pada cover e-modul, menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria indikator



penilaian. Karakteristik cover e-modul yang baik yaitu terdiri dari judul, logo universitas, dan afiliasi penulis.

Hasil validasi untuk aspek penggunaan dari 3 validator didapatkan rata-rata 83,3% dalam kategori sangat layak digunakan dengan revisi. Hasil validasi menunjukkan bahwa bagian-bagian dari aspek penggunaan berupa penggunaan e-modul dan penggunaan bahasa sudah sangat layak. Selain itu, penggunaan bahasa yang sudah tervalidasi sangat layak menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan jelas, mudah dipahami, serta komunikatif. E-modul yang dikembangkan menggunakan kalimat efektif yakni kalimat yang sesuai dengan ejaan yang disempurnakan (EYD) sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran. Bahasa yang jelas dan tidak memberikan makna ganda serta mudah dimengerti dapat membantu pembaca memahami maksud dan makna yang sedang dipelajari.

Selanjutnya, hasil validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Tabulasi hasil validasi ahli materi

Aspek Penilaian	Persentase validitas (%)				Kategori
	V1	V2	V3	Rata-Rata	
Kualitas Isi	82,8	91,4	88,5	87,6	Sangat layak
Kebahasaan	100	90	90	93,3	Sangat layak
Karakteristik PBL	90	95	95	93,3	Sangat layak
<b>Rata-rata (%)</b>	<b>90,9</b>	<b>92,1</b>	<b>91,1</b>	<b>91,4</b>	<b>Sangat layak</b>

Hasil validasi untuk aspek kualitas isi dari 3 validator didapatkan rata-rata 87,6% dalam kategori sangat layak digunakan dengan revisi. Persentase validitas yang tinggi pada aspek kelayakan kualitas isi menunjukkan bahwa e-modul berbasis riset dengan

menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* memuat tujuan pembelajaran yang jelas dan materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran dan disusun secara runtut, detail, dan lengkap. Aspek kelayakan isi dan penyajian yang baik menunjukkan materi yang dikembangkan selaras dengan perkembangan ilmu pengetahuan, sesuai dengan tujuan pembelajaran, memiliki daya untuk proses pembelajaran, dan memiliki akurasi yang baik terhadap materi serta konteks berpikir peserta didik.

Hasil validasi untuk aspek kebahasaan dari 3 validator didapatkan rata-rata dengan rata-rata 93,3% dalam kategori sangat layak digunakan dengan revisi. Nilai persentase validitas yang diperoleh menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan sudah menggunakan kalimat yang efektif dan tata bahasa yang digunakan sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI). Kriteria kebahasaan yang baik meliputi ketepatan, keruntutan bahasa serta penggunaan istilah dan simbol yang sesuai dan benar agar pesan yang disampaikan dapat dipahami dengan baik oleh peserta didik dan tidak menimbulkan penafsiran yang salah.

### Revisi Tahap I

Berdasarkan hasil validasi ahli materi dan media diketahui bahwa e-modul yang dikembangkan dinyatakan sangat layak dengan persentase dari aspek media 91,1% dan materi sebesar 91,4%. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan sangat layak untuk diujicobakan kepada mahasiswa. Namun atas saran validator masih terdapat beberapa bagian yang perlu direvisi dengan tujuan menyempurnakan produk. Adapun daftar revisi media dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Daftar revisi dari ahli media

Daftar revisi	Tindak lanjut
Tampilan <i>cover</i> dan pemilihan warna pada e-modul diperbaiki	Memperbaiki tampilan <i>cover</i> dan warna pada e-modul
Tanda baca pada beberapa bagian e-modul masih harus diperhatikan lagi	Memperbaiki tanda baca pada beberapa bagian e-modul yang masih kurang tepat
Tata tulis bilangan oksidasi senyawa kimia masih ada yang kurang tepat	Memperbaiki tata tulis bilangan oksidasi senyawa kimia yang masih kurang tepat

Adapun daftar revisi materi dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Daftar revisi dari ahli materi

Daftar revisi	Tindak lanjut
Beberapa istilah kimia masih perlu diperbaiki di bagian glosarium	Memperbaiki beberapa istilah pada bagian glosarium
Sintaks PBL perlu diperjelas lagi didalam e-modul	Memperjelas sintaks PBL dalam e-modul
<i>Form</i> soal dan diskusi diubah kedalam bentuk <i>link g-form</i> dan <i>link</i> dipastikan aktif	Mengubah <i>form</i> soal dan diskusi kedalam bentuk <i>link g-form</i> dan memastikan <i>link</i> aktif

### Hasil Uji Respons Mahasiswa

E-modul kimia lingkungan berbasis riset dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* yang telah melewati tahap validasi dan revisi tahap I selanjutnya dilakukan uji respons untuk memperoleh respons dalam menggunakan e-modul yang telah dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan penyebaran angket respons kepada 37 mahasiswa program studi Pendidikan Kimia FKIP UNIB yang mengambil mata kuliah kimia lingkungan pada tahun akademik 2022/2023. Angket

terdiri dari pertanyaan yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan aspek materi, media, dan manfaat e-modul yang dikembangkan. Adapun hasil angket respons mahasiswa terhadap e-modul yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil angket respons mahasiswa

Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kategori
Materi	86	Sangat baik
Media	87,7	Sangat baik
Manfaat	88,1	Sangat baik
<b>Rata-rata (%)</b>	<b>87,2</b>	<b>Sangat baik</b>

Pada aspek materi memperoleh persentase sebesar 86% dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan, tahapan kegiatan belajar, kalimat yang digunakan, serta gambar dan video yang disajikan dalam e-modul mampu mendorong mahasiswa untuk mudah memahami dan terlibat lebih aktif dalam proses pembelajaran. Dalam modul elektronik tidak hanya diberikan materi berupa teks namun juga dapat disisipi dengan gambar, audio, dan video yang mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik. E-modul mencakup beberapa aspek seperti penyajian materi yang mudah dimengerti, mudah diakses tanpa batasan waktu, latihan soal disetiap kegiatan pembelajaran, sehingga mampu meningkatkan motivasi peserta didik dalam belajar.

Pada aspek media memperoleh persentase sebesar 87,7% dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa desain sampul, desain pada isi, variasi huruf yang digunakan dalam e-modul, dan tampilan media yang disajikan pada e-modul menarik dan mudah dipahami sehingga membuat minat untuk membaca e-modul semakin tinggi. Tampilan bahan ajar



yang menarik dapat memotivasi peserta didik dalam belajar, serta bahasa yang komunikatif membuat peserta didik lebih mudah memahami materi pembelajaran.

Pada aspek manfaat memperoleh persentase sebesar 88,1% dengan kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan e-modul yang dikembangkan mahasiswa dapat belajar mandiri sehingga mempermudah mahasiswa dalam mempelajari materi. E-modul merupakan salah satu bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran yang dapat meningkatkan kegiatan belajar mandiri peserta didik.

### Revisi Tahap II

Berdasarkan hasil angket respon mahasiswa diketahui respons mahasiswa terhadap e-modul yang dikembangkan berada pada kategori sangat baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan sudah layak digunakan sebagai bahan ajar. Adapun produk yang telah direvisi untuk digunakan pada uji coba kelompok besar dapat diakses secara online melalui laptop dan smartphone mahasiswa.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) E-modul kimia lingkungan pada materi sifat fisika dan kimia perairan yang telah dikembangkan dinyatakan sangat layak oleh ahli media dan ahli materi dengan persentase dari aspek media sebesar 91,1% dan aspek materi sebesar 91,4%; (2) Respons mahasiswa terhadap e-modul kimia lingkungan pada materi sifat fisika dan kimia perairan yang telah dikembangkan berada pada kategori sangat baik dengan persentase dari aspek materi sebesar 86%, aspek media sebesar 87,7% dan aspek manfaat sebesar 88,1% dengan

rata-rata keseluruhan adalah sebesar 87,2%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan tim validator yang sudah membantu dalam proses validasi dan seluruh pihak yang terlibat selama proses pelaksanaan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suardi, M. (2018). Belajar & pembelajaran. Deepublish.
- [2] Hendratmoko, T., Kuswandi, D., & Setyosari, P. (2018). Tujuan Pembelajaran Berlandaskan Konsep Pendidikan Jiwa Merdeka Ki Hajar Dewantara. Jurnal Inovasi dan Teknologi Pembelajaran (JINOTEP): Kajian dan Riset Dalam Teknologi Pembelajaran, 3(2), 152-157.
- [3] Daulae, T. H. (2019, June). Langkah-Langkah Pengembangan Media Pembelajaran Menuju Peningkatan Kualitas Pembelajaran. In Forum Paedagogik (Vol. 10, No. 1, pp. 52-63). IAIN Padangsidimpuan.
- [4] Widodo, C. S., & Jasmadi, S. T. P. (2008). Panduan menyusun bahan ajar berbasis kompetensi. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [5] Majid A. 2005. Perencanaan Pembelajaran. Bandung: Remaja Rosdakarya
- [6] Anita, Y., Arwin, A., Ahmad, S., Helsa, Y., & Kenedi, A. K. (2022). Pelatihan Pengembangan Bahan Ajar Digital Berbasis HOTS Sebagai Bentuk Pembelajaran Di Era Revolusi Industri 4.0 Untuk Guru Sekolah Dasar. Dedication: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 6(1), 59-68.
- [7] Joenaidy, A. M. (2019). Konsep dan Strategi Pembelajaran di Era



- Revolusi Industri 4.0. Yogyakarta: Laksana, 144-148.
- [8] Amanullah, M. A., Suryani, N., & Ardianto, D. T. (2019). Internasionalisme Soekarno Embrio Nasionalisme Indonesia Bagi Generasi Z Di Tengah Revolusi Industri 4.0. Pembelajaran Sejarah Berbasis Kehidupan Untuk Generasi Z, 81.
- [9] Astuti, P. (2018, February). Kemampuan literasi matematika dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. In PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika (Vol. 1, pp. 263-268).
- [10] Purbaningrum, K. A. (2017). Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa smp dalam pemecahan masalah matematika ditinjau dari gaya belajar. JPPM (Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Matematika), 10(2).
- [11] Wahyuningsih, S., Sani, A., & Sudia, M. (2019). Analisis proses berpikir siswa smp dalam memecahkan masalah matematik ditinjau dari gaya kognitif dan gender. Jurnal Pembelajaran Berpikir Matematika, 4(1), 121-132.
- [12] Nurhayati & Angraeni, L. (2017). Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Konsep Optika Melalui Model Problem Based Learning. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika, 3(2), 119-126.
- [13] Kamdi, W dkk. (2007). Model-Model Pembelajaran Inovatif. Universitas Negeri Malang. Malang
- [14] Kamdi, W dkk. (2007). Model-Model Pembelajaran Inovatif. Universitas Negeri Malang. Malang
- [15] Yulianti, R. N. E., Permanasari, A., & Heliawati, L. (2019). Pemanfaatan E-Book Konsep Asam Basa Dalam Pembelajaran Kimia Untuk Meningkatkan Literasi Kimia Siswa SMA Kelas XI. JSEP (Journal of Science Education and Practice), 3(1), 33-41.
- [16] Darwis, D., Fitriani, E., & Styariyani, D. (2020). Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Learning Cycle 5E Pada Pembelajaran. Jurnal Riset Pendidikan Kimia, 10(1), 9-17.
- [17] De Anil, K. (2003). Environmental chemistry. New Age International.
- [18] Sugianto, D., Abdullah, A. G., Elvyanti, S., & Muladi, Y. (2013). Modul Virtual: Multimedia Flipbook Dasar Teknik Digital. Invotec, 9(2), 110-116
- [19] Herawati, N. S., & Muhtadi, A. (2018). Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran Kimia kelas XI SMA. Jurnal inovasi teknologi pendidikan, 5(2), 180-191.
- [20] Fitriyati, U., Mufti, N., & Lestrszari, U. (2015). Pengembangan modul berbasis riset pada matakuliah bioteknologi. Jurnal Pendidikan Sains, 3(3), 118-129.
- [21] Rosyadi, A. A. P., Dintarini, M., & Khusna, A. H. (2019). Pengembangan modul berbasis riset dengan strategi react pada matakuliah kalkulus. EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika, 7(2), 102-110.
- [22] Susanti, E. D., & Sholihah, U. (2021). Pengembangan E-modul Berbasis Flip Pdf Corporate Pada



Alotrop (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia), Vol.7, No.2, (2023), (34-46)  
Program Studi Pendidikan Kimia-Universitas Bengkulu  
<https://ejournal.unib.ac.id/alotropjurnal/>  
DOI: 10.33369/alo.v7i2.30640

Materi Luas Dan Volume Bola. RANGE: Jurnal Pendidikan Matematika, 3(1), 37-46.

- [23] Sumarni, R. A., & Dwitiyanti, N. (2022, January). Pengembangan E-modul Kalfis Matlab Gerak Vertikal Menggunakan Flip Pdf Corporate Edition. In Semnas Ristek (Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi) (Vol. 6, No. 1).