

Pengembangan Penuntun Praktikum Materi Larutan Penyangga Terintegrasi Virtual Lab Fase F SMA/MA

Development of a Practicum Guide for Buffer Solution Material Integrated with a Virtual Laboratory for Phase F Senior High School

Rahmi, Sesri Julfa¹, Azra, Fajriah^{1*}

¹ Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Sumatera Barat, Indonesia. 25132

* bunda_syasfa@yahoo.com

Received on:

31th January 2026

Revised till:

5th March 2026

Accepted on:

30th April 2026

Publisher

version

published on:

3rd May 2026

ABSTRAK

Praktikum merupakan suatu kegiatan di laboratorium untuk membuktikan kebenaran dari teori yang telah dipelajari. Namun pada pelaksanaannya, kegiatan praktikum tidak dapat dilakukan pada semua sekolah karena berbagai kendala. Untuk itu diperlukan sebuah alternatif pengganti praktikum berupa penggunaan virtual lab yang berisi simulasi praktikum secara interaktif, aman, dan dapat diakses kapan saja. Panduan berupa penuntun praktikum yang dapat digunakan untuk praktikum konvensional maupun virtual dibutuhkan agar kegiatan praktikum lebih terarah. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab yang valid. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Educational Design Research* (EDR) dengan model pengembangan Plomp yang terdiri dari tiga tahapan yaitu, penelitian pendahuluan, pembentukan prototipe, dan penilaian. Penelitian ini dibatasi sampai uji validitas, dengan menggunakan instrument penelitian berupa angket validitas. Subjek penelitian ini adalah dosen kimia, guru kimia, dan peserta didik fase F SMA/MA. Data validitas dianalisis dengan indeks Aiken's V. Hasil pengujian validitas prototipe ini untuk semua komponen berada pada rentang Aiken's V 0,8-1 yang bermakna valid. Dapat disimpulkan bahwa penuntun praktikum materi larutan penyangga terintegrasi virtual lab fase F SMA/MA yang dikembangkan telah valid. Dan diharapkan bisa dilanjutkan pada pengujian praktikalitas dan efektivitas.

Kata kunci: Praktikum, Penuntun Praktikum, Virtual Lab, Larutan Penyangga.

ABSTRACT

Practical work is an activity in the laboratory to prove the truth of the theory that has been learned. However, in practice, practical work cannot be carried out in all schools due to various constraints. Therefore, an alternative to practical work is needed in the form of a virtual lab that contains interactive, safe, and accessible practical work simulations. A guide in the form of practical work instructions that can be used for conventional and virtual practical work is needed so that practical work activities are more focused. Based on this, this study aims to develop valid practical work instructions for buffer solutions for the F phase of integrated virtual lab SMA/MA. The type of research used is Educational Design Research (EDR) with the Plomp development model, which consists of three stages, namely preliminary research, prototype formation, and assessment. This research is limited to validity testing, using a validity questionnaire as a research instrument. The subjects of this research are chemistry lecturers, chemistry teachers, and phase F SMA/MA students. The validity data was analyzed using Aiken's V index. The results of the prototype validity test for all components were in the range of Aiken's V 0.8-1, which is considered valid. It can be concluded that the developed virtual lab phase F SMA/MA integrated buffer solution practical guide is valid. It is hoped that this can be followed up with practicality and effectiveness testing.

KEYWORDS

Laboratory practicum, Practicum guide, Virtual laboratory, Buffer solution.

<https://doi.org/10.24036/ekj.v8.i1.a638>

1. PENDAHULUAN

Kimia merupakan mata pelajaran yang tidak hanya dipahami melalui teori saja namun sebagian konsepnya memerlukan pembuktian di laboratorium^[1]. Laboratorium merupakan sarana bagi peserta didik untuk mempelajari materi melalui kegiatan praktikum yang merupakan komponen esensial dalam mempelajari kimia karena secara langsung melibatkan peserta didik dalam pengalaman belajar melalui praktik^[2]. Kegiatan praktikum dapat mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran dan terbukti meningkatkan pemahaman konsep^[3]. Salah satu materi yang membutuhkan kegiatan praktikum adalah larutan penyangga. Materi larutan penyangga memiliki konsep yang bersifat abstrak sehingga sulit dipahami peserta didik (Halizah, W & Azra, F. 2023; Ramadhani, F & Azra, F. 2024)^[4].

Pelaksanaan kegiatan praktikum membutuhkan sebuah penuntun praktikum untuk mempermudah peserta didik dalam melakukan kegiatan praktikum secara sistematis dan aman^[1]. Hal ini dikarenakan, penuntun praktikum berfungsi sebagai acuan atau pedoman dalam melakukan praktikum sehingga kegiatan praktikum berjalan dengan lancar dan tujuan tercapai^[5]. Anggereni dkk. (2021) menyatakan bahwa ketiadaan penuntun praktikum merupakan salah satu faktor penghambat keterlaksanaan kegiatan praktikum^[6]. Selain itu, masalah laboratorium yang kurang kondusif untuk digunakan, keterbatasan alat dan bahan serta kendala dengan waktu pembelajaran juga merupakan faktor penghambat kegiatan praktikum.

Virtual lab membuka peluang atas tidak terlaksananya kegiatan praktikum yang disebabkan oleh adanya kendala. Berbagai penelitian sebelumnya sudah mengkaji bagaimana keberhasilan virtual lab sebagai alternatif praktikum. Virtual lab memungkinkan simulasi praktikum secara interaktif, aman, dan dapat diakses kapan saja^[7] sehingga mampu mengatasi keterbatasan pada laboratorium konvensional seperti masalah keselamatan dan waktu yang terbatas, dapat menjadi pelengkap bagi laboratorium konvensional, serta dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik^[8]. Penggunaan virtual lab dalam pembelajaran juga dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik, dapat melakukan praktikum yang menampilkan kondisi seperti nyata secara berulang-ulang tanpa batas waktu dan risiko, praktis dan aman^[9-10]. Namun, sering kali virtual lab tidak dilengkapi dengan penuntun praktikum sehingga guru menjadi kesulitan dalam mengarahkan peserta didik untuk melakukan praktikum di sekolah^[11]. Penuntun praktikum sangat membantu berjalannya kegiatan praktikum^[12]. Keberadaan virtual lab dalam penuntun praktikum dapat menjadi solusi atau alternatif pendamping praktikum nyata, sehingga proses belajar mengajar tetap dapat berlangsung efektif meskipun

terdapat keterbatasan sarana laboratorium.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis kebutuhan dan konteks; (2) mendesain penuntun praktikum virtual lab (3) menentukan tingkat validitas penuntun praktikum terintegrasi virtual lab yang dikembangkan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Educational Design research* (EDR) dengan model pengembangan Plomp. Model Plomp terdiri atas tiga tahapan, yaitu tahap pendahuluan (*preliminary research*), tahap pembentukan prototipe (*prototyping stage*), dan tahap penilaian (*assessment phase*). Penelitian ini dibatasi sampai tahapan uji validitas.

Tahap pendahuluan (*preliminary research*) meliputi analisis kebutuhan, analisis konteks, studi literatur, dan pengembangan kerangka konseptual. Analisis kebutuhan dilakukan melalui wawancara dengan guru kimia di salah satu sekolah di Kota Padang. Permasalahan yang diperoleh dijadikan sebagai dasar dalam pengembangan produk. Analisis konteks dilakukan dengan menelaah kurikulum, khususnya pada materi larutan penyangga. Studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan referensi yang relevan melalui buku, artikel ilmiah, dan sumber lainnya. Selanjutnya, pengembangan kerangka konseptual disusun berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi untuk merumuskan solusi yang tepat.

Tahapan pembentukan prototipe (*prototyping stage*), melibatkan proses perancangan, evaluasi formatif, dan perbaikan secara berulang. Prototipe I merupakan produk yang dihasilkan dari perancangan yang berdasarkan kepada tahapan penelitian pendahuluan. Prototipe I dirancang dalam bentuk penuntun praktikum terintegrasi virtual lab.

Pada tahap pengembangan Prototipe II, dilakukan evaluasi formatif berupa *self-evaluation* terhadap Prototipe I menggunakan instrumen checklist. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar perbaikan untuk menghasilkan Prototipe II.

Selanjutnya, pada prototipe III, dilakukan evaluasi formatif melalui uji perorangan (*one to one evaluation*) dan penilaian ahli (*expert review*) terhadap prototipe II. Uji perorangan (*one-to-one evaluation*) melibatkan tiga peserta didik dengan tingkat kemampuan berbeda (tinggi, sedang, dan rendah) berdasarkan rekomendasi guru kimia, menggunakan angket pertanyaan terbuka. Sementara itu, *expert review* dilakukan oleh tiga dosen kimia dan dua guru kimia melalui pengisian angket validasi serta penilaian terhadap produk yang dikembangkan. Angket validasi mencakup empat aspek, yaitu: (1) kelayakan isi (12 butir), (2) kebahasaan (6 butir), (3) penyajian (10 butir), dan (4) kegrafikan (9 butir). Revisi dilakukan berdasarkan masukan para validator hingga diperoleh Prototipe III yang valid.

Teknik analisa data pada tahap pendahuluan adalah secara deskriptif. Sementara itu, analisis data validitas menggunakan formula Aiken's V berikut;

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

$$s = r - I_o$$

Keterangan:

V = indeks kesepakatan validator

I_o = angka penilaian terendah dari kategori

c = angka penilaian tertinggi dari kategori

r = skor pilihan validator

n = banyak validator

Kriteria validitas berdasarkan skala Aiken's V disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validitas Skala Aiken's V

Skala Aiken's V	Keterangan
V < 0,8	Tidak Valid
V ≥ 0,8	Valid

Pada penelitian ini digunakan taraf signifikansi 5% untuk menentukan validitas produk yang dikembangkan^[13]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian Pendahuluan (*Preliminary Research*)

3.1.1 Hasil Analisis Kebutuhan

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan adanya kebutuhan terhadap penuntun praktikum yang dapat digunakan baik secara konvensional maupun berbasis virtual lab. Kebutuhan ini muncul sebagai solusi atas tidak terlaksananya kegiatan praktikum pada materi larutan penyangga. Kondisi tersebut disebabkan oleh keterbatasan pemanfaatan laboratorium yang belum optimal serta keterbatasan waktu pembelajaran. Selain itu, belum tersedianya penuntun praktikum yang sistematis juga menjadi kendala utama, sehingga guru tidak memiliki acuan yang jelas dalam memandu pelaksanaan praktikum. Akibatnya, kegiatan praktikum cenderung diabaikan atau tidak dilaksanakan secara maksimal. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kegiatan praktikum sering kali tidak terlaksana secara optimal akibat keterbatasan sarana dan prasarana, keterbatasan waktu, serta belum tersedianya penuntun praktikum yang mampu mengarahkan guru dalam pelaksanaan praktikum secara efektif.

3.1.2 Analisis Konteks

Konteks dalam penelitian ini merujuk pada kurikulum kimia, khususnya materi larutan penyangga pada Fase F. Capaian pembelajaran pada fase ini mencakup pemahaman konsep mol dan stoikiometri dalam menyelesaikan perhitungan kimia yang berkaitan dengan interaksi antar partikel materi dan sifat fisik materi; teori tumbukan antar partikel materi sebagai konsep dasar konsep laju reaksi; kesetimbangan kimia untuk mengamati perilaku reaktan dan produk pada level mikroskopik; korelasi antara pH larutan asam, basa, garam, dan **larutan penyangga** serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari; termokimia; konsep redoks dan sel elektrokimia sebagai implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari; serta senyawa karbon, hidrokarbon, dan turunannya beserta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. Fokus pembahasan dalam artikel ini dibatasi pada capaian pembelajaran yang berkaitan dengan pemahaman konsep larutan penyangga serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Capaian tersebut kemudian diuraikan ke dalam beberapa sub materi untuk merumuskan tujuan pembelajaran, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis konteks

No	Submateri	Tujuan
1	Konsep	Menjelaskan konsep larutan penyangga.
2	Komponen	Mengidentifikasi komponen larutan penyangga
3	Jenis	Membedakan larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa,
4	Prinsip kerja	Menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga,
5	pH	Menganalisis pH yang terukur dari variasi perbandingan komponen larutan penyangga.

Berdasarkan analisis konteks tersebut, capaian pembelajaran “memahami” dapat diinterpretasikan ke dalam beberapa dimensi pemahaman menurut kerangka *Understanding by Design* oleh Wiggins dan McTighe, yaitu menjelaskan (*explain*), menginterpretasikan (*interpret*), mengaplikasikan (*apply*), memiliki perspektif (*perspective*), empati (*empathy*), dan pengenalan diri (*self-knowledge*)[15]. Mengacu pada kerangka tersebut, tujuan pembelajaran pertama dan keempat termasuk dalam dimensi menjelaskan (*explan*). Tujuan pembelajaran kedua (mengidentifikasi), ketiga (membedakan), dan kelima (menganalisis) termasuk dalam dimensi menginterpretasikan (*interpret*). Seluruh tujuan pembelajaran ini menjadi dasar dalam pengembangan penuntun praktikum yang dirancang untuk memfasilitasi pencapaian pemahaman konseptual peserta didik secara menyeluruh.

3.1.3 Hasil Studi Literatur

Studi literatur memuat berbagai referensi atau rujukan yang berhubungan dengan hasil analisis kebutuhan dan analisis konteks sebagai landasan dalam pengembangan produk. Beberapa temuan utama dari penelitian terdahulu Adalah sebagai berikut.

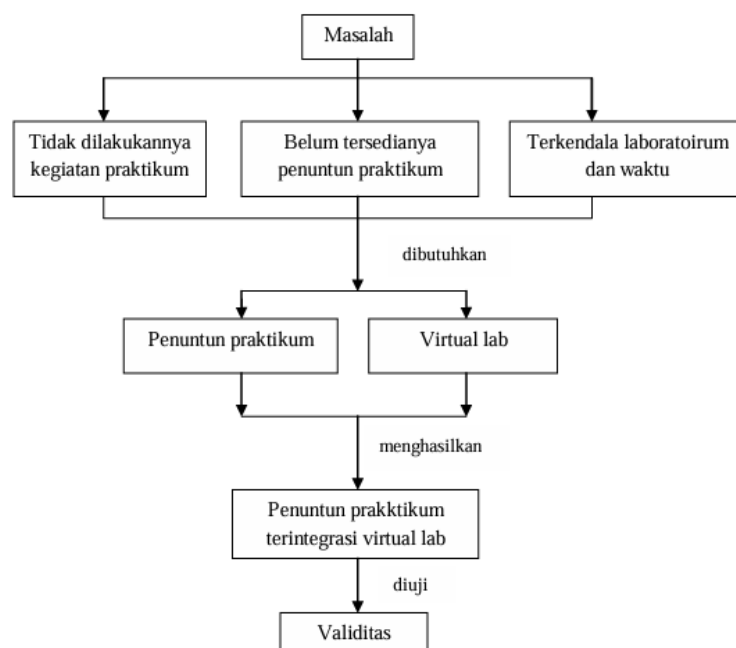
- (1) Kegiatan praktikum terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, memperkuat pemahaman peserta didik terhadap materi dan membantu peserta didik memahami konsep secara lebih mendalam [16].
- (2) Penggunaan penuntun praktikum dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik [17]. Selain itu, penuntun praktikum juga berperan dalam meningkatkan penguasaan konsep dan

keterampilan proses sains [18].

- (3) Virtual lab terbukti mampu meningkatkan penguasaan konsep, motivasi dan kemandirian peserta didik serta dapat digunakan sebagai alternatif pengganti praktikum konvensional. Penggunaan virtual lab juga dilaporkan dapat meningkatkan hasil belajar dan minat belajar peserta didik [19].
- (4) Penuntun praktikum yang terintegrasi dengan *virtual lab* menunjukkan potensi dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik [20].

3.1.4 Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual dalam penelitian ini menggambarkan hubungan antara permasalahan yang diidentifikasi dengan solusi yang ditawarkan melalui pengembangan produk. Permasalahan utama yang melatarbelakangi penelitian ini adalah tidak terlaksananya kegiatan praktikum pada materi larutan penyangga. Hal tersebut disebabkan oleh belum tersedianya penuntun praktikum yang memadai, keterbatasan fasilitas laboratorium, serta keterbatasan waktu pembelajaran. Sebagai solusi, dikembangkan penuntun praktikum yang terintegrasi dengan *virtual lab* sebagai alternatif pelaksanaan praktikum. Integrasi ini diharapkan dapat mengatasi keterbatasan sarana dan waktu, sekaligus tetap memfasilitasi peserta didik dalam melakukan aktivitas praktikum secara lebih fleksibel. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menghasilkan penuntun praktikum materi larutan penyangga yang terintegrasi dengan *virtual lab*. Kelayakan produk yang dikembangkan selanjutnya ditentukan melalui uji validitas oleh para ahli. Gambaran hubungan antara permasalahan dan solusi dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Konseptual

3.2 Prototipe yang dihasilkan (*Prototyping stage*)

3.2.1 Prototipe I

Tahapan prototipe I merupakan hasil dari perancangan dan realisasi dari tahapan pendahuluan (*preliminary research*). Adanya virtual lab dalam penuntun dapat menjadi solusi alternatif apabila sekolah tidak bisa melakukan kegiatan praktikum secara langsung. Dalam virtual lab terdapat simulasi kegiatan

praktikum dan penggunaan virtual lab dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik [21]. Prototipe I yang dihasilkan adalah penuntun praktikum materi larutan penyangga terintegrasi virtual lab untuk Fase F SMA/MA. Struktur penuntun praktikum terdiri atas tiga komponen utama, yaitu pendahuluan, isi, dan penutup, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Prototipe I

No	Komponen Penuntun Praktikum	Penjelasan
1	Pendahuluan	Memuat <i>cover</i> , kata pengantar, daftar isi, tata tertib laboratorium, capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), serta peta konsep
2	Isi	Memuat lembar kegiatan praktikum meliputi tujuan percobaan, teori dasar, alat dan bahan, prosedur kerja, tabel pengamatan, dan pertanyaan
3	Penutup	Terdiri atas glosarium dan daftar pustaka

Tabel 3 menunjukkan bahwa penuntun praktikum terintegrasi virtual lab disusun secara sistematis dalam tiga bagian utama. Bagian pendahuluan berfungsi sebagai pengantar yang memberikan gambaran umum terkait isi dan tujuan pembelajaran. Komponen ini meliputi *cover*, kata pengantar, daftar isi, tata tertib laboratorium, capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), serta peta konsep. Pertama, *cover* penuntun praktikum menampilkan identitas yang harus diperhatikan meliputi judul penuntun praktikum yang memuat materi atau topik pembelajaran dan sasaran pengguna, nama penulis, nama dosen pembimbing, logo instansi penulis dan gambar pendukung. Kedua, kata pengantar memuat rasa syukur penulis atas selesainya penuntun praktikum. Ketiga, daftar isi menampilkan nomor halaman dari isi penuntun praktikum. Sehingga

pembaca dapat dengan mudah mencari dan menemukan materi. Keempat, tata tertib laboratorium berfungsi untuk mengingatkan pengguna laboratorium akan tanggungjawabnya, bukan hanya terhadap eksperimen tetapi juga terhadap keselamatan diri dan orang lain. Kelima, pendahuluan memuat capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) agar guru dan peserta didik memahami kompetensi minimal yang perlu diraih dalam proses belajar mengajar. Terakhir, pada pendahuluan terdapat penjabaran mengenai konsep-konsep yang berkaitan dengan materi pada penuntun praktikum. Dengan adanya peta konsep, peserta didik mudah memahami konsep-konsep yang hendak dipelajari. Gambaran komponen pendahuluan ditampilkan pada Gambar 2.



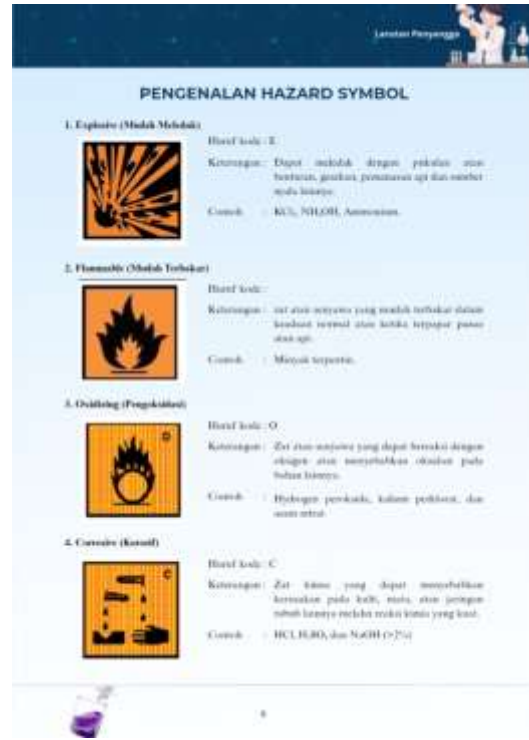
(a)



(b)



(c)



(d) (e)
Gambar 2. Komponen Pendahuluan

Bagian isi merupakan inti dari penuntun praktikum yang berupa lembar kegiatan praktikum. Komponen ini dirancang agar dapat digunakan baik pada praktikum konvensional maupun berbasis virtual lab. Untuk praktikum konvensional, disajikan teori dasar, alat dan bahan, prosedur kerja, tabel pengamatan, serta pertanyaan yang mengarahkan peserta didik dalam menganalisis hasil percobaan. Sementara itu, integrasi

virtual lab disajikan dalam bentuk *barcode* yang dapat dipindai oleh peserta didik untuk mengakses platform *virtual lab* yang telah disediakan. Dengan demikian, peserta didik tetap dapat melakukan simulasi praktikum secara mandiri ketika praktikum langsung tidak memungkinkan. Gambaran komponen isi ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Komponen Isi

Bagian penutup dilengkapi dengan glosarium dan daftar pustaka. Glosarium berfungsi untuk membantu peserta didik memahami istilah-istilah ilmiah yang digunakan dalam penuntun praktikum. Daftar pustaka memuat sumber rujukan yang digunakan dalam penyusunan penuntun praktikum, yang disusun secara

sistematis mencakup nama penulis, tahun terbit, judul, tempat terbit, dan penerbit.

3.2.2 Prototipe II

Setelah prototipe I dihasilkan, tahap selanjutnya adalah pelaksanaan evaluasi formatif berupa *self evaluation*

menggunakan instrument *checklist* sehingga diperoleh prototipe II. Evaluasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen yang dirancang dalam penuntun praktikum telah terpenuhi secara lengkap dan sesuai dengan perencanaan. Peneliti melakukan pengecekan terhadap setiap komponen yang harus terdapat dalam penuntun praktikum yang dikembangkan. Evaluasi ini bertujuan untuk menjamin bahwa aspek-aspek penting dalam pengembangan

produk telah terakomodasi dengan baik sebelum dilanjutkan ke tahap pengujian berikutnya. Hasil *self-evaluation* menunjukkan bahwa seluruh komponen yang direncanakan pada Prototipe I telah tersedia dan sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Oleh karena itu, pengembangan produk dapat dilanjutkan ke tahap evaluasi berikutnya. Hasil evaluasi diri disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Evaluasi Diri Sendiri

No.	Aspek yang dinilai	Penilaian	
		Ada	Tidak Ada
1	Cover	√	
2	Kata pengantar	√	
3	Daftar isi	√	
4	Tata tertib laboratorium	√	
5	Capaian pembelajaran	√	
6	Tujuan pembelajaran	√	
7	Peta konsep	√	
8	Petunjuk penggunaan	√	
9	Kegiatan praktikum	√	
	a. Judul praktikum	√	
	b. Tujuan praktikum	√	
	c. Teori dasar	√	
	d. Alat dan bahan	√	
	e. Prosedur kerja	√	
	f. Tabel pengamatan	√	
g. Pertanyaan	√		
9	Glosarium	√	
10	Daftar Pustaka	√	

3.2.3. Prototipe III

Prototipe III diperoleh melalui evaluasi formatif terhadap Prototipe II yang meliputi penilaian ahli (*expert review*) dan uji perorangan (*one-to-one evaluation*). Penilaian ahli dilakukan oleh tiga dosen kimia dan pendidikan kimia serta dua guru kimia dari salah satu sekolah di Kota Padang. Sementara itu, uji perorangan melibatkan tiga peserta didik dengan tingkat kemampuan berbeda (tinggi, sedang, dan rendah) berdasarkan rekomendasi guru kimia

1) Penilaian ahli (*Expert review*)

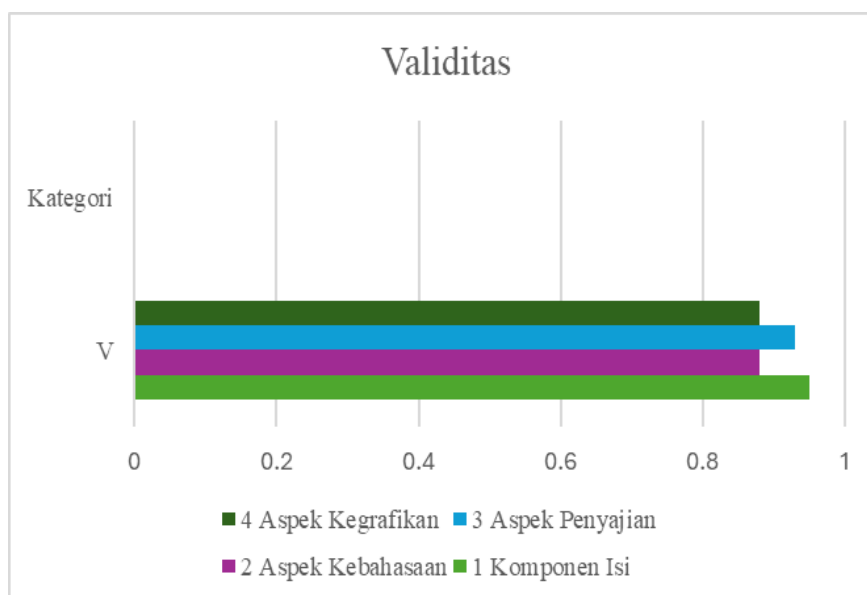
Prototipe II yang sudah diperoleh, kemudian dilakukan validasi oleh tiga orang dosen bidang kimia dan pendidikan kimia dan dua orang guru kimia yang bertindak sebagai validator. Uji validitas ini dilakukan dengan mengisi instrument penelitian yang berupa angket validasi, selanjutnya data dianalisis menggunakan skala Aiken's V. Angket validasi ini meliputi komponen-komponen seperti isi, kebahasaan, penyajian dan kegrafikan. Hasil analisis data validitas dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Validitas aspek isi, kebahasaan, penyajian dan kegrafikaan

Komponen Isi			Aspek Kebahasaan			Aspek Penyajian			Aspek Kegrafikan		
No	V	Kategori	No.	V	Kategori	No.	V	Kategori	No.	V	Kategori
1.	0.95	Valid	1.	0.85	Valid	1.	1	Valid	1.	0.95	Valid
2.	1	Valid	2.	0.85	Valid	2.	1	Valid	2.	0.85	Valid
3.	1	Valid	3.	1	Valid	3.	0.9	Valid	3.	0.9	Valid
4.	1	Valid	4.	0.9	Valid	4.	0.8	Valid	4.	0.85	Valid
5.	0.95	Valid	5.	0.8	Valid	5.	0.95	Valid	5.	0.9	Valid
6.	0.8	Valid	6.	0.85	Valid	6.	0.95	Valid	6.	0.85	Valid
7.	0.95	Valid				7.	1	Valid	7.	0.85	Valid
8.	0.9	Valid				8.	0.9	Valid	8.	0.85	Valid
9.	0.9	Valid				9.	1	Valid	9.	0.95	Valid
10.	1	Valid				10.	0.8	Valid			
11.	0.9	Valid									
12.	1	Valid									
	0.95	Valid		0.88	Valid		0.93	Valid		0.91	Valid

Secara keseluruhan, nilai rata-rata Aiken's V untuk masing-masing aspek adalah 0,95 (isi), 0,88 (kebahasaan), 0,93 (penyajian), dan 0,91 (kegrafikan). Seluruh nilai tersebut berada pada kategori valid ($V \geq$

0,8), sehingga produk yang dikembangkan dinyatakan layak secara isi dan desain. Gambaran nilai validitas masing-masing aspek ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Nilai Validitas

Berdasarkan hasil analisis data terhadap kelayakan komponen isi, diketahui nilai Aiken's V berada pada rentang 0.8 – 1 yang mengindikasikan bahwa materi dalam penuntun praktikum telah sesuai dengan capaian pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran merupakan indikator utama validitas isi [22].

Aspek kebahasaan juga berada pada kategori valid dengan nilai Aiken's V 0,8–1 yang berarti bahwa penuntun praktikum terintegrasi virtual lab pada materi larutan penyangga menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami. Bahasa yang dipakai telah sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar sehingga tidak menimbulkan makna ganda. Didukung oleh Prastowo (2011) bahwa penuntun praktikum yang baik harus menggunakan bahasa dan kalimat yang jelas

sehingga mudah dibaca [23]. Produk ini dikatakan valid karena bahasa yang digunakan mudah dipahami dan sesuai dengan tata penulisan EYD yang baik dan benar [22].

Pada aspek penyajian, seluruh indikator menunjukkan kategori valid. Hal ini menunjukkan bahwa penuntun praktikum telah disusun secara sistematis, (tujuan, teori dasar, alat dan bahan, prosedur kerja, tabel pengamatan, dan pertanyaan), jelas, dan tidak membingungkan. Penyajian yang sistematis dan lengkap merupakan salah satu indikator kelayakan bahan ajar [24].

Selanjutnya aspek kegrafikan juga menunjukkan kategori valid.. Hal ini menunjukkan bahwa penuntun praktikum terintegrasi virtual lab pada materi larutan penyangga memiliki desain yang menarik, tata letak atau layout yang rapi dan mudah diikuti,

gambar yang jelas dan dapat diamati, kombinasi warna yang menarik, serta jenis dan ukuran huruf yang jelas dan mudah dibaca ^[25]. Saputra dkk. (2022) menegaskan bahwa posisi teks, gambar, background, jenis dan ukuran huruf, kesesuaian warna dapat membuat minat belajar peserta didik meningkat ^[26].

Secara kualitatif, validator juga memberikan beberapa saran perbaikan, antara lain: (1) penggunaan huruf miring (*italic*) untuk istilah asing, (2) penambahan nomor halaman pada daftar isi, (3) peningkatan keserasian warna, (4) penyesuaian penulisan sesuai kaidah EYD, dan (5) perbaikan ukuran gambar agar lebih jelas.

2) Uji perorangan (*One to One evaluation*)

Uji perorangan (*one to one evaluation*) dilakukan untuk mengetahui tanggapan atau penilaian peserta didik terhadap penuntun praktikum yang dikembangkan. Instrumen yang digunakan berupa angket dengan pertanyaan terbuka yang diberikan kepada tiga peserta didik dengan tingkat kemampuan berbeda.

Hasil uji perorangan menunjukkan bahwa penuntun praktikum memiliki tampilan yang menarik, materi yang disajikan jelas dan mudah dipahami, serta desain dan pemilihan warna yang mendukung kenyamanan belajar. Selain itu, bahasa yang digunakan dinilai komunikatif sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami isi penuntun praktikum.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat kebutuhan terhadap penuntun praktikum yang dapat digunakan secara konvensional maupun berbasis virtual lab untuk mengatasi keterbatasan pelaksanaan praktikum di sekolah, khususnya pada materi larutan penyangga. Sebagai upaya pemecahan masalah tersebut, telah dikembangkan penuntun praktikum materi larutan penyangga terintegrasi virtual lab untuk Fase F SMA/MA. Penuntun praktikum ini memuat komponen utama berupa teori dasar, alat dan bahan, prosedur kerja, tabel pengamatan, serta pertanyaan. Integrasi virtual lab diwujudkan melalui *barcode* yang mengarahkan peserta didik untuk mengakses simulasi praktikum secara daring, sehingga dapat menjadi alternatif ketika praktikum langsung tidak memungkinkan. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa penuntun praktikum yang dikembangkan berada pada kategori valid, sehingga layak untuk digunakan dan dikembangkan lebih lanjut pada tahapan berikutnya dalam kerangka *Educational Design Research* (EDR). Namun demikian, penelitian ini masih terbatas pada tahap uji validitas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk menguji kepraktisan dan keefektifan produk melalui implementasi dalam pembelajaran guna mengetahui dampaknya terhadap hasil belajar dan pemahaman konsep peserta didik.

REFERENSI

- [1] Hardeli, H., Fajriah, F., Suryelita, S., Bayharti, B., Mardesi, Y., & Andromeda, A. A Simple Environment-Based Chemistry Lab Guide for High School Students. *Pelita Eksakta*. 2021.
- [2] Özden, NDeneysel Öğretim Yöntemlerinde Benzetisim (Simulation) Kullanımı. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 2005.
- [3] Safitri, N. L., & Vedianty, A. S. A. Implementasi pembelajaran bahagian berbasis praktikum pada mata pelajaran biologi tentang mengidentifikasi fotosintesis tumbuhan di SMA. *Jurnal Penelitian Tindakan Kelas*. 2024.
- [4] Halizah, W., & Azra, F. Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Four-tier untuk Mengidentifikasi Model Mental Peserta Didik pada Materi Larutan Penyangga. *Entalpi Pendidikan Kimia*. 2023.
- [5] Ramadhani, F., & Azra, F. Description of Students' Mental Models on Buffer Solution Materials Using Four-Tier Diagnostic Tests. *LPPM Unsyiah*. 2024.
- [6] Novita, Y., & Putri, R. E. The Development of Science Practicum Guidance For 9th Grade Student's On Static Electricity Subject. *Universe*. 2025.
- [7] Anggereni, S., Suhardiman, S., & Amaliah, R. Analisis ketersediaan peralatan, bahan ajar, administrasi laboratorium, keterlaksanaan kegiatan praktikum di laboratorium fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*. 2021.
- [8] Lestari, L., Aprilia, L., Fortuna, N., Cahyo, R. N., Fitriani, S., Mulyana, Y., & Kusumaningtyas, P. Laboratorium Virtual untuk Pembelajaran Kimia di Era Digital. *Jambura Journal of Educational Chemistry*. 2023.
- [9] Iswan, R. A. Development of a Virtual Laboratory Platform to Enhance Chemistry Practical Learning in Higher Education. *Journal of Education Innovation and Curriculum Development*. 2024.
- [10] Hermana, A. D., Subekti, H., & Sabtiawan, W. B. Implementasi Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP dalam Pembelajaran IPA. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*. 2022.
- [11] Purwati, P., Darwis, R., & Natsir, N. A. Efektivitas Laboratorium Virtual IPA dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas VII pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan MIPA*. 2025.
- [12] Laili, D. N., & Fardhani, I. Analisis Kebutuhan Guru Terhadap Pengembangan Modul Praktikum Terpadu Sebagai Panduan Praktikum Ipa. *Proceedings Of Life and Applied Sciences*, 1. 2023.
- [13] Hidayah, M. N., & Hidayati, N. Studi Awal Pengembangan Panduan Praktikum Berbasis Inkuiri Terbimbing Materi Bioteknologi Kelas X SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 2024.
- [14] Aiken, L. R. Three Coefficients For Analyzing

- the Reliability, and Validity of Ratings. Educational and Psychological Measurement. 1985.
- [15] Damayanti, N. K. A., Maryam, S., & Subagia, I. W. Analisis pelaksanaan praktikum kimia. Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha. 2019.
- [16] Wiggins, G & McTighe, Jay. Understanding by Design. Expanded 2nd Edition. Association for Supervision and Curriculum Development Alexandria, Virginia USA. 2005.
- [17] Mulia, S., & Murni, S. Implikasi Pembelajaran Praktikum Ilmu Pengetahuan Alam Dalam Kemajuan Kognitif Siswa. SEARCH: Science Education Research Journal. 2022.
- [18] Atmaja, G., Jahro, I. S., & Silaban, R. Penuntun Praktikum Kimia Berbasis Guided Inquiry Terintegrasi Pendidikan Karakter Untuk SMK. In Talenta Conference Series: Science and Technology (ST). 2019.
- [19] Lestari, S. R., Sipahutar, H., & Harsono, T. Pengembangan Penuntun Praktikum Biologi Molekuler Dasar Berbasis Project-Based Learning untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMK. Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi. 2025.
- [20] Prasetya, F. M. A., Hakim, L., & Lefudin, L. Penerapan Laboratorium Virtual PhET Materi Elastisitas untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika. 2022.
- [21] Lesmono, A. D., Wahyuni, S., & Fitriya, S. Pengembangan Petunjuk Praktikum Fisika Brbasis Laboratorium Virtual (Virtual Laboratory) Pada Pembelajaran Fisika di SMP/MTs. Jurnal Pembelajaran Fisika. 2012.
- [22] Musyailah, D. A. Pengaruh Integrasi Laboratorium Virtual dalam Model Pembelajaran Problem Solving Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Elektrolit dan Non elektrolit. Jurnal Riset Pendidikan Kimia (JRPK). 2020
- [23] Susanti, L. Y. Pengembangan Modul Praktikum berbasis Green Chemistry untuk Menanamkan Karakter Peduli Lingkungan pada Calon Guru IPA. Jurnal Pendidikan MIPA. 2022.
- [24] Prastowo, A. Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. Diva Press. 2011.
- [25] Wahab, A., & Sartika, R. P. Pengembangan penuntun praktikum titrasi asam basa berbasis inquiri terbimbing. Jurnal Education and Development. 2021.
- [26] Tati, Y., Kasmeri, R., & Yanti, F. Validitas Bahan Ajar Berbasis Riset Pada Materi Sistem Reproduksi Sma/Ma. Jurnal Applied Science and teaching. 2022.
- [27] Saputra, S. O., Ayatusa'adah, A. A., & Septiana, N. Validitas dan Keterbacaan Penuntun Praktikum Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Jaringan Tumbuhan:(Validity and Readability of Scientific Approach-based practicum Guidance on Plant Tissue Material). Biodik.2022.