

**PENGEMBANGAN PENUNTUN PRAKTIKUM MATERI
LARUTAN PENYANGGA UNTUK FASE F SMA/MA
TERINTEGRASI VIRTUAL LAB**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan*



Oleh:

Sesri Julfa Rahmi
NIM/TM. 19035050/2019

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

PERSETUJUAN SKRIPSI

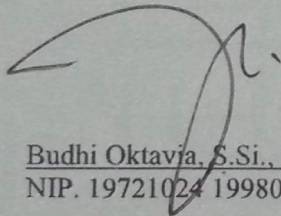
**PENGEMBANGAN PENUNTUN PRAKTIKUM MATERI
LARUTAN PENYANGGA UNTUK FASE F SMA/MA
TERINTEGRASI VIRTUAL LAB**

Nama : Sesri Julfa Rahmi
NIM : 19035050
Program Studi : Pendidikan Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Maret 2026

Mengetahui :

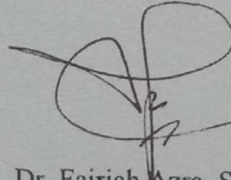
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing



Dr. Fajriah Azra, S.Pd., M.Si
NIP. 19760208 200212 2 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

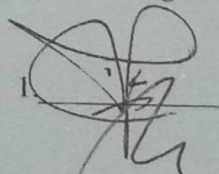
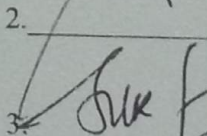
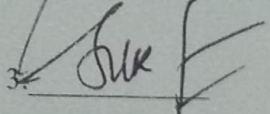
Nama : Sesri Julfa Rahmi
TM/NIM : 2019/19035050
Program Studi : Pendidikan Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGEMBANGAN PENUNTUN PRAKTIKUM MATERI LARUTAN PENYANGGA UNTUK FASE F SMA/MA TERINTEGRASI VIRTUAL LAB

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Maret 2026

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dr. Fajriah Azra, S.Pd., M.Si	
2	Anggota	Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si	
3	Anggota	Dra. Suryelita, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

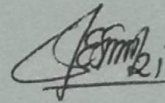
Nama : Sesri Julfa Rahmi
NIM : 19035050
Tempat/Tanggal Lahir : Binjai/ 21 Juli 2000
Program Studi : Pendidikan Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN PENUNTUN PRAKTIKUM
MATERI LARUTAN PENYANGGA UNTUK FASE
F SMA/MA TERINTEGRASI VIRTUAL LAB**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, Maret 2026
Yang Menyatakan



Sesri Julfa Rahmi
NIM. 19035050

ABSTRAK

Sesri Julfa Rahmi : Pengembangan Penuntun Praktikum Materi Larutan Penyangga Untuk Fase F SMA/MA Terintegrasi Virtual lab.

Praktikum merupakan suatu kegiatan di laboratorium untuk membuktikan kebenaran dari teori yang telah dipelajari. Namun pelaksanaan kegiatan praktikum seringkali menghadapi kendala. Untuk itu diperlukan sebuah solusi alternatif berupa penggunaan virtual lab. Agar kegiatan praktikum menjadi terarah dan lancar, dibutuhkan sebuah penuntun praktikum sehingga dapat digunakan untuk praktikum konvensional maupun virtual. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab serta menentukan tingkat validitasnya. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Educational Design Research* (EDR) dengan model pengembangan Plomp. Model Plomp terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap pendahuluan, tahap pembentukan prototipe, dan tahap penilaian. Penelitian ini dibatasi sampai tahap uji validitas. Subjek penelitian ini adalah dosen kimia UNP, guru kimia, dan peserta didik fase F SMAN 15 Padang. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah angket validitas. Untuk menentukan validitas, digunakan rumus Aiken's V. Hasil uji validitas menunjukkan Aikens'V berada pada rentang 0,8 – 1 yang bermakna valid. Dapat disimpulkan bahwa penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab yang dikembangkan sudah valid.

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

ABSTRACT

Sesri Julfa Rahmi: *Development of a Practical Guide on Buffer Solutions for Phase F Senior High School/MA Integrated with Virtual Laboratory.*

Practical work is an activity in the laboratory to prove the truth of the theory that has been learned. However, the implementation of practical work often faces obstacles. For this reason, an alternative solution in the form of a virtual lab is needed. In order for practical work to be focused and run smoothly, a practical work guide is needed so that it can be used for both conventional and virtual practical work. Based on this, this study aims to develop a laboratory manual on buffer solutions for the F phase of integrated virtual lab SMA/MA and determine its validity. The type of research used is Educational Design Research (EDR) with the Plomp development model. The Plomp model consists of three stages, namely the preliminary stage, the prototype formation stage, and the assessment stage. This study is limited to the validity test stage. The subjects of this study are UNP chemistry lecturers, chemistry teachers, and phase F students of SMAN 15 Padang. The instrument used in this study is a validity questionnaire. To determine validity, Aiken's V formula is used. The validity test results show that Aiken's V is in the range of 0.8 - 1, which is valid. It can be concluded that the practical guide for buffer solutions for the F phase SMA/MA of integrated virtual labs that has been developed is valid.

Keywords: *Practical, Practical Guide, Virtual Lab, Buffer Solution*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Pengembangan Penuntun Praktikum Materi Larutan Penyangga Untuk Fase F SMA/MA Terintegrasi Virtual Lab”**. Penulisan skripsi merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program Sarjana Pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Pendidikan Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Skripsi ini dapat diselesaikan atas bantuan, bimbingan, arahan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih diberikan kepada :

1. Ibu Dr. Fajriah Azra, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing dan dosen penasehat akademik (PA).
2. Ibu Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si. dan ibu Dra. Suryelita, M.Si. selaku dosen pembahas.
3. Ibu Prof. Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Pd. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Kepala Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Prof. Dr. Rahadian Zainul, S.Pd., M.Si., Ibu Bali Yana Fitri, M.Pd., dan Ibu Dr. Fauzana Gazali M.Pd. selaku validator.
6. Ibu Nila Faresi Harda, S.Pd., dan Ibu Asrinur, S.Si., selaku guru SMA N 15 Padang dan validator.

7. Peserta didik fase F SMA N 15 Padang.

Semoga bimbingan, kritikan, serta saran yang telah diberikan bernilai ibadah disisi Allah SWT. Penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua.

Padang, Maret 2026

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Penuntun Praktikum.....	8
B. Virtual Lab (<i>Virtual Laboratory</i>).....	9
C. Model Pengembangan Plomp	11
D. Karakteristik Materi Larutan Penyangga	13
E. Penelitian Relevan	15
F. Kerangka Berpikir.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
A. Jenis Penelitian.....	19
B. Tempat dan Waktu Penelitian	19
C. Subjek Penelitian	19
D. Objek Penelitian.....	20
E. Prosedur Penelitian	20
F. Jenis Data	25
G. Instrumen Penelitian	25
H. Teknik Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Hasil Penelitian	28
B. Pembahasan.....	52
BAB V PENUTUP	56
A. Kesimpulan.....	56
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Larutan Penyangga	14
2. Kriteria Penilaian Validitas Skala Aiken's V	26
3. Indeks Aiken's V	27
4. Analisis Konteks	30
5. Hasil <i>Self Evaluation</i>	41
6. Hasil Analisis Validitas Komponen Isi	42
7. Hasil Analisis Validitas Aspek Kebahasaan.....	43
8. Hasil Analisis Validitas Aspek Penyajian	43
9. Hasil Analisis Validitas Aspek Kegrafikan	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tahapan Evaluasi Formatif (Plomp & Nieveen, 2013)	12
2. Kerangka Berpikir	18
3. Prosedur Penelitian.....	24
4. Cover Penuntun	33
5. Kata Pengantar	34
6. Daftar Isi	35
7. Tata Tertib Laboratorium	36
8. Hazard Symbol	37
9. Glosarium	39
10. Daftar Pustaka	40
11. (a) Tampilan sebelum revisi, (b) Tampilan sesudah revisi.....	46
12. (a) Tampilan sebelum revisi, (b) Tampilan setelah revisi	46
13. (a) Tampilan sebelum revisi, (b) Tampilan setelah revisi	47
14. (a) Tampilan sebelum revisi, (b) Tampilan setelah revisi	48
15. (a) Tampilan sebelum revisi, (b) Tampilan setelah revisi	49
16. (a) Tampilan sebelum revisi, (b) Tampilan setelah revisi	50
17. (a) Tampilan sebelum revisi, (b) Tampilan setelah revisi	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Analisis Konsep.....	63
2. Peta Konsep	66
3. Studi Literatur.....	67
4. Evaluasi Diri Sendiri (<i>Self Evaluation</i>)	69
5. Lembar Validasi	70
6. Hasil Evaluasi Diri Sendiri (<i>Self Evaluation</i>).....	75
7. Hasil Uji Coba Perorangan (<i>One to One Evaluation</i>).....	76
8. Hasil Validitas	79
9. Analisis Hasil Validitas	87
10. Surat Izin Penelitian.....	89
11. Surat Selesai Penelitian.....	90

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Larutan penyangga adalah salah satu materi kimia fase F pada kurikulum merdeka. Materi ini bersifat abstrak (Salame *et al.*, 2022; Halizah, W & Azra, F. 2023; Ramadhani, F & Azra, F. 2024), melibatkan pemahaman konsep, kesetimbangan asam dan basa, perhitungan pH, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari sehingga sering dianggap sulit oleh peserta didik (Sanubari dkk, 2014).

Pembelajaran kimia tidak hanya dipahami melalui teori saja namun sebagian konsepnya memerlukan pembuktian di laboratorium (Hardeli dkk, 2021). Laboratorium merupakan sarana bagi peserta didik untuk mempelajari materi melalui kegiatan praktikum yang merupakan komponen esensial dalam mempelajari kimia, karena melibatkan peserta didik secara langsung dalam pengalaman belajar melalui praktik (Ozdener, 2005). Penelitian oleh Kotsis (2024) menunjukkan bahwa kegiatan praktikum dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, keterampilan proses sains, serta keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran sehingga menciptakan pengalaman belajar yang bermakna. Selain itu, kegiatan praktikum terbukti meningkatkan pemahaman konsep peserta didik (Safitri & Vediany, 2024).

Namun pada pelaksanaannya, kegiatan praktikum belum dilaksanakan dengan optimal yang disebabkan oleh adanya kendala (Ali dkk, 2022; Setiawati dkk, 2025). Kendala yang menjadi penghambat keterlaksanaan

kegiatan praktikum dapat berupa keterbatasan alat, bahan, dan waktu (Darmayanti dkk, 2023; Candra & Hidayati, 2020), ketiadaan penuntun praktikum yang menjadi pedoman (Anggereni dkk, (2021); Dewi dkk (2014), serta infrastruktur laboratorium yang belum memadai (Nabila dkk, 2024). Akibatnya, kegiatan praktikum digantikan dengan penjelasan teoritis, sehingga tujuan pembelajaran tidak tercapai secara optimal (Eduful & Forson, 2025).

Sesuai dengan hasil wawancara dengan guru kimia SMA N 15 Padang, yaitu pada materi larutan penyangga tidak dilakukan kegiatan praktikum. Hal ini dikarenakan oleh prasarana di laboratorium yang kurang kondusif untuk melakukan kegiatan praktikum, seperti tidak adanya aliran air. Selain itu, juga disebabkan oleh keterbatasan alat dan bahan, dan waktu, serta belum tersedianya penuntun praktikum yang menjadi acuan agar kegiatan praktikum berjalan dengan lancar.

Perkembangan teknologi digital membuka peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui penggunaan virtual lab (*virtual laboratory*). Virtual lab memungkinkan simulasi praktikum secara interaktif, aman, dan dapat diakses kapan saja (Lestari dkk, 2023). Meskipun demikian, penggunaan virtual lab tanpa panduan yang sistematis berpotensi membuat pembelajaran kurang terarah (Laili & Fardhani, 2023). Oleh karena itu, diperlukan suatu penuntun praktikum yang terstruktur, kontekstual, dan terintegrasi dengan virtual lab agar peserta didik tetap memperoleh pengalaman praktikum yang bermakna.

Penuntun praktikum adalah pedoman yang digunakan dalam melakukan kegiatan praktikum yang memuat persiapan, pelaksanaan, dan pelaporan praktikum sehingga kegiatan praktikum menjadi terarah (Novita, 2019). Penelitian oleh Novita & Putri (2025) yang menyatakan bahwa penuntun praktikum berfungsi sebagai acuan atau pedoman dalam melakukan praktikum sehingga kegiatan praktikum berjalan dengan lancar dan tujuan tercapai. Penggunaan penuntun praktikum pada kegiatan praktikum dapat meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik, menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, meningkatkan pembelajaran kolaboratif, serta mengurangi beban kerja guru (Quiaoit *et al.* 2025).

Penuntun praktikum yang dikembangkan mengacu pada capaian pembelajaran dalam kurikulum merdeka. Produk yang dikembangkan memuat tujuan praktikum, landasan teori singkat, petunjuk penggunaan virtual lab, langkah kerja berbasis aktivitas peserta didik, lembar pengamatan dan analisis data, serta pertanyaan reflektif mengenai larutan penyangga. Integrasi 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.

Berbagai penelitian sebelumnya sudah mengkaji bagaimana keberhasilan virtual lab sebagai alternatif praktikum. Virtual lab mampu mengatasi keterbatasan pada laboratorium konvensional seperti masalah keselamatan dan waktu yang terbatas, dapat menjadi pelengkap bagi laboratorium konvensional, serta mampu membuat hasil belajar peserta didik

meningkat (Iswan, 2024). Penggunaan virtual lab juga bisa meningkatkan motivasi belajar peserta didik, dapat melakukan praktikum yang menampilkan kondisi seperti nyata secara berulang-ulang tanpa batas waktu dan resiko, praktis dan aman (Hermana dkk, 2022; Purwati dkk, 2025).

Penuntun praktikum pada materi larutan penyangga sebelumnya sudah banyak dikembangkan. Salah satu contohnya dari penelitian Muliati dkk (2024) dengan judul “Pengembangan Modul Praktikum Kimia Berbasis Proyek Pada Materi Larutan Penyangga”, serta oleh Ariyaldi dkk (2020) dengan judul “Pengembangan Modul Praktikum Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Peserta Didik Kelas XI MIA di SMAN 5 Makassar (Studi pada Materi Pokok Larutan Penyangga)”. Kedua Penelitian terbukti dapat digunakan dalam pembelajaran. Namun, belum memanfaatkan teknologi (virtual lab) pada penuntun tersebut. Hal ini dikarenakan sebagian besar penelitian masih memisahkan antara bahan ajar (penuntun praktikum) dengan teknologi (virtual lab). Dengan demikian, perlunya dilakukan penelitian pengembangan penuntun praktikum terintegrasi virtual lab, sehingga dapat digunakan di laboratorium konvensional dan secara virtual berdasarkan kondisi yang ada.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, penulis melakukan penelitian dengan judul **“Pengembangan Penuntun Praktikum Materi Larutan Penyangga Untuk Fase F SMA/MA Terintegrasi Virtual Lab”**.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang diperoleh berdasarkan paparan latar belakang diatas adalah:

1. Tidak terlaksananya praktikum larutan penyangga di sekolah yang disebabkan oleh keterbatasan alat, bahan, dan waktu.
2. Tidak terlaksananya praktikum larutan penyangga di sekolah yang disebabkan oleh prasarana di laboratorium yang kurang kondusif untuk pelaksanaan praktikum, seperti aliran air yang tidak ada.
3. Tidak terlaksananya kegiatan praktikum larutan penyangga di sekolah yang disebabkan oleh belum tersedianya penuntun praktikum yang menjadi pedoman agar kegiatan praktikum berjalan lancar.
4. Sudah banyak virtual lab tersedia di internet, akan tetapi penuntun praktikum untuk virtual lab tersebut belum tersedia atau masih terbatas.

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan mendalam, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada pengembangan penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab.
2. Penuntun praktikum yang dikembangkan juga bisa diterapkan untuk praktikum laboratorium nyata.
3. Virtual lab yang digunakan memanfaatkan platform virtual lab yang sudah tersedia, yaitu Chemcollective.

4. Penelitian ini dibatasi pada kelayakan penuntun praktikum yang ditinjau dari aspek validitas.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses pengembangan penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab?
2. Bagaimana tingkat validitas dari penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab yang dikembangkan?

E. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengembangkan penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab.
2. Untuk menentukan tingkat validitas dari materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab yang dikembangkan.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi guru, bermanfaat sebagai bahan ajar dalam melakukan kegiatan praktikum larutan penyangga.
2. Bagi peserta didik, sebagai pedoman dalam melakukan kegiatan praktikum larutan penyangga.

3. Bagi peneliti, memperoleh ilmu dan pengalaman dalam mengembangkan penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab.
4. Bagi peneliti selanjutnya, sebagai referensi untuk melakukan penelitian berikutnya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sebuah penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab.
2. Penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab yang dikembangkan berada pada rentang Aiken's V 0.8-1 yang bermakna valid.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disarankan hal sebagai berikut:

1. Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan untuk dapat melakukan uji praktikalitas dan efektivitas terhadap penuntun praktikum materi larutan penyangga untuk fase F SMA/MA terintegrasi virtual lab.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients For Analyzing the Reliability, and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*.
- Ali, A., Rapi, M., Arif, W. P., Rivai, A. T. O., Zulkarnaim, Z., & Ibrahim, A. (2022). Pendampingan Praktikum IPA Biologi Peserta Didik MAN 2 Barru. *KHIDMAH: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 43-49.
- Anggereni, S., Suhardiman, S., & Amaliah, R. (2021). Analisis ketersediaan peralatan, bahan ajar, administrasi laboratorium, keterlaksanaan kegiatan praktikum di laboratorium fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(3), 414.
- Anim-Eduful, B., & Forson, L. A. (2025). Investigating the factors impeding senior high school chemistry teachers' practical work organisation and its implementation. *Eurasian Journal of Science and Environmental Education*, 5(2), 19-32.
- Ariyaldi, A., Yunus, M., & Auliah, A. (2020). Pengembangan modul praktikum berbasis inkuiri terbimbing pada peserta didik kelas XI MIA di SMAN 5 Makassar (Studi pada Materi Pokok Larutan Penyangga). *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 21(2), 207.
- Atmaja, G., Jahro, I. S., & Silaban, R. (2019, January). Penuntun Praktikum Kimia Berbasis Guided Inquiry Terintegrasi Pendidikan Karakter Untuk SMK. In *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)* (Vol. 2, No. 1, pp. 173-179).
- Bago, A. S. (2018). Pengembangan Penuntun Praktikum Biologi Disertai Gambar Pada Materi Jaringan Tumbuhan Berbasis Guided Discovery Untuk Siswa SMA Se Kecamatan Telukdalam. *Jurnal Education and development*, 5(2), 85-85.
- Candra, R., & Hidayati, D. (2020). Penerapan praktikum dalam meningkatkan keterampilan proses dan kerja peserta didik di laboratorium IPA. *Eduagama: Jurnal Kependidikan Dan Sosial Keagamaan*, 6(1), 26-37.
- Chang, R. (2005). *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Darmayanti, N. W. S., Janawati, D. P. A., Sudirman, I. N., Lismayanti, N. L., & Persi, N. N. (2023). Overcoming Hurdles in Science Practicum:

Exploring Challenges and Solutions for Fifth Grade Students. *Pedagogia: Jurnal Pendidikan*, 12(2), 128-136.

- Dewi, I. S., Sunariyati, S., & Neneng, L. (2014). Analisis kendala pelaksanaan praktikum biologi di SMA Negeri se-kota Palangka Raya. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 2(1).
- Fadillah, A., Sihombing, V. M., Fahmi Panggabean, S. K., Arwita, W., & Nasution, A. (2025). *Studi Kasus: Minimnya Pembelajaran Berbasis Eksperimen Pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Nahdlatul Ulama Padangsidimpuan*. *Jurnal Pendidikan Kimia, Fisika dan Biologi*, 1(3), 12–20
- Febriani, Dinda Anisah. (2025). Pengaruh Virtual Lab Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Laju Reaksi.
- Halizah, W., & Azra, F. (2023). Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Fourier untuk Mengidentifikasi Model Mental Peserta Didik pada Materi Larutan Penyangga. *Entalpi Pendidikan Kimia*, 4(4), 1-11.
- Hardeli, H., Fajriah, F., Suryelita, S., Bayharti, B., Mardesi, Y., & Andromeda, A. (2021). A Simple Environment-Based Chemistry Lab Guide for High School Students. *Pelita Eksakta*, 4(2), 94-100.
- Hermana, A. D., Subekti, H., & Sabtiawan, W. B. (2022). Implementasi Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP dalam Pembelajaran IPA. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 233-239.
- Iswan, R. A. (2024). Development of a Virtual Laboratory Platform to Enhance Chemistry Practical Learning in Higher Education. *Journal of Education Innovation and Curriculum Development*, 2(3), 90-98.
- Keenan, Kleinfelter, Wood. 2008. Kimia untuk Universitas. Terjemahan oleh Aloysius Hadyana Pudajtmaka, Ph.D. Jakarta: Erlangga.
- Kotsis, K. T. (2024). The significance of experiments in inquiry-based science teaching. *European Journal of Education and Pedagogy*, 5(2), 86-92.
- Laili, D. N., & Fardhani, I. (2023). Analisis Kebutuhan Guru Terhadap Pengembangan Modul Praktikum Terpadu Sebagai Panduan Praktikum Ipa. *Proceedings Of Life and Applied Sciences*, 1.
- Latisma. 2011. Evaluasi Pendidikan. Padang. UNP Press

- Lesmono, A. D., Wahyuni, S., & Fitriya, S. (2012). Pengembangan Petunjuk Praktikum Fisika Brbasis Laboratorium Virtual (Virtual Laboratory) Pada Pembelajaran Fisika di SMP/MTs. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(3), 272-277.
- Lestari, L., Aprilia, L., Fortuna, N., Cahyo, R. N., Fitriani, S., Mulyana, Y., & Kusumaningtyas, P. (2023). Laboratorium Virtual untuk Pembelajaran Kimia di Era Digital. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(1), 1-10.
- Lestari, S. R., Sipahutar, H., & Harsono, T. (2025). Pengembangan Penuntun Praktikum Biologi Molekuler Dasar Berbasis Project-Based Learning untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMK. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 1319-1331.
- Maksum, A. H., & Saragih, Y. (2020). Analisis penerapan virtual laboratorium versus reality laboratorium. *Jurnal Tiarsie*, 17(2), 47-52.
- Mulia, S., & Murni, S. (2022). Implikasi Pembelajaran Praktikum Ilmu Pengetahuan Alam Dalam Kemajuan Kognitif Siswa. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 1(1), 1-11.
- Muliati, E., Al Idrus, S. W., & Muntari, M. (2024). A Development Pengembangan Modul Praktikum Kimia Berbasis Proyek pada Materi Larutan Penyangga. *Chemistry Education Practice*, 7(2), 376-381.
- Nabila, S., Sulastri, S., Winarni, S., Zulfadli, Z., Khaldun, I., & Mohtar, L. E. (2024). Challenges and Alternative Solutions for Implementing Chemistry Practicums in Public High Schools. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 9(2), 136-148.
- Nisa, U. M. (2017). Metode praktikum untuk meningkatkan pemahaman dan hasil belajar siswa kelas V MI YPPI 1945 Babat pada materi zat tunggal dan campuran. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 15, No. 1, pp. 62-68).
- Novita, E. (2019). *Pengembangan Buku Pedoman Praktikum Berbasis Keterampilan Proses Dasar Sains Kelas IV Sekolah Dasar* (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).

- Novita, Y., & Putri, R. E. (2025). The Development of Science Practicum Guidance For 9th Grade Student's on Static Electricity Subject. *Universe*, 6(1), 104-108.
- Nurrokhmah, I. E., & Sunarto, W. (2013). Pengaruh Penerapan Virtual Labs Berbasis Inkuiri Terhadap Hasil Belajar Kimia. *Chemistry in Education*, 2(2).
- Özdener, N. (2005). Deneysel Öğretim Yöntemlerinde Benzetisim (Simulation) Kullanımı. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4).
- Petrucci. Kimia Dasar Prinsip-Prinsip dan Aplikasi Modern. Edisi Kesembilan Jilid 2. Erlangga
- Plomp, T, & Nieveen, N. (2013). Educational Design Research Educational Design Research. In Tjeerd Plomp & N. Nieveen (Eds.), Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO. Enschede, the Netherlands.: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- Prasetya, F. M. A., Hakim, L., & Lefudin, L. (2022). Penerapan Laboratorium Virtual PhET Materi Elastisitas untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 3(1), 38-44.
- Prastowo, A. (2011). Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. Diva Press.
- Purba, Michael. 2006. Kimia untuk SMA Kelas XI. Jakarta: Erlangga
- Purwati, P., Darwis, R., & Natsir, N. A. (2025). Efektivitas Laboratorium Virtual IPA dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas VII pada Materi Suhu dan Kalor. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 15(1), 322-330.
- Quiaoit, J. P. P., Alunsagay, J. R., Fabro, R. B. B., Juan, S. M. G., Castro, M. S., & Asuncion, A. C. (2025). Development and Validation of a Computer Laboratory Manual for Technical-Vocational and Livelihood Education (TVL) Department.
- Rabiudin, R. (2023). Belajar Bermakna Melalui Praktikum Ilmu Pengetahuan Alam. Yogyakarta: Jivaloka.
- Ramadhani, F., & Azra, F. (2024). Description of Students' Mental Models on Buffer Solution Materials Using Four-Tier Diagnostic Tests.

CHIMICA DIDACTICA ACTA Учредители: LPPM Unsyiah, 12(2), 110-117.

- Safitri, N. L., & Vediany, A. S. A. (2024). Implementasi Pembelajaran Bahagia Berbasis Praktikum Pada Mata Pelajaran Biologi Tentang Mengidentifikasi Fotosintesis Tumbuhan di SMA. *Jurnal Penelitian Tindakan Kelas*, 2(1), 27-34.
- Salame, I. I., Ramirez, L., Nikolic, D., & Krauss, D. (2022). Investigating Students' Difficulties and Approaches to Solving Buffer Related Problems. *International Journal of Instruction*, 15(1), 911-926.
- Sanubari, F., Yamtinah, S., & Redjeki, T. (2014). Penerapan Metode Pembelajaran Tutor Teman Sebaya Dilengkapi Dengan Media Interaktif Flash Untuk Meningkatkan Minat Dan Prestasi Belajar Siswa Kelas XI IPA 1 SMA Negeri 1 Sukoharjo Tahun Pelajaran 2013/2014 Pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Sebelas Maret*, 3(4), 145-154.
- Saputra, S. O., Ayatusa'adah, A. A., & Septiana, N. (2022). 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*, 8(4), 48-58.
- Setiawati, G. A. D., Jaya, I. K. M. A., & Witraguna, K. Y. (2025). Pengembangan Penuntun Praktikum Ipa Berbasis Youtube Untuk Meningkatkan Pelaksanaan Praktikum Pada Mahasiswa. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 12(1), 273-288.
- Sudarmo, Unggul. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XI. Surakarta: Erlangga
- Suryaningsih, Y. (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa Untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains Dalam Materi Biologi. *BIO EDUCATIO:(The Journal of Science and Biology Education)*, 2(2).
- Susanti, L. Y. (2022). Pengembangan Modul Praktikum berbasis Green Chemistry untuk Menanamkan Karakter Peduli Lingkungan pada Calon Guru IPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(3), 798-807.
- Susanti, Y. (2016). Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep Sifat Asam dan Basa dengan Menggunakan Metode Praktikum. *utile: Jurnal Kependidikan*, 2(1), 94-100.

- Sutrisno. (2011). Pengantar Pembelajaran Inovatif. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Syukri. 1999. Kimia Dasar 2. Bandung: ITB.
- Tati, Y., Kasmeri, R., & Yanti, F. (2022). Validitas Bahan Ajar Berbasis Riset Pada Materi Sistem Reproduksi Sma/Ma. *Jurnal Applied Science and teaching*, 2(5), 56-58.
- Wahab, A., & Sartika, R. P. (2021). Pengembangan Penuntun Praktikum Titrasi Asam Basa Berbasis Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Education and Development*, 9(3), 75-80.
- Wahyudi, M. N. A., Budiyanto, C. W., Widiastuti, I., Hatta, P., & bin Bakar, M. S. (2024). Understanding Virtual Laboratories in Engineering Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 7(2), 102-118.
- Waluyo, M. E., & Parmin, P. (2014). Pengembangan Panduan Praktikum IPA Terpadu Berbasis Inkuiri Terbimbing Tema Fotosintesis Untuk Menumbuhkan Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa SMP. *Unnes Science Education Journal*, 3(3).
- Wati, A. (2021). Penggunaan Media Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Materi Dan Kemandirian Siswa Melakukan Praktikum. *Jurnal Guru Dikmen Dan Diksus*, 4(2), 256-270.