

Pengembangan E-LKPD Berbasis *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) Berbantuan *Virtual Laboratory*

Fathimah Nur Azizah¹, Tonih Feronika², Dila Fairusi^{3*}

^{1,2,3}Pendidikan Kimia, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan,

Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan, Banten

* Penulis korespondensi: dila.fairusi@uinjkt.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan Elektronik-Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) berbasis *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) berbantuan *virtual laboratory* pada materi titrasi asam basa. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development* (R&D) dengan prosedur pengembangan model ADDIE yang terdiri dari *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu instrumen analisis kebutuhan, instrumen validasi analisis materi, instrumen validasi *storyboard*, instrumen validasi E-LKPD, instrumen respon guru, dan instrumen respon siswa. Hasil validasi produk E-LKPD memperoleh persentase rata-rata sebesar 94,6% dengan kategori 'Sangat Baik'. Untuk hasil respon guru dan siswa memperoleh persentase rata-rata sebesar 96,4% dan 92,6% dengan kategori 'Sangat Baik'. Hasil ini menandakan bahwa E-LKPD berbasis POGIL berbantuan *virtual laboratory* pada materi titrasi asam basa mendapat respon positif dari guru dan siswa sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran.

Kata kunci: E-LKPD, POGIL, *Virtual Laboratory*, Titrasi Asam Basa

1. Pendahuluan

Pembelajaran yang kreatif, inovatif, dan memanfaatkan teknologi dapat meningkatkan minat belajar siswa (Sadriani *et al.*, 2023). Selain itu, keterampilan berpikir, komunikasi, memecahkan masalah, dan kolaborasi juga dapat berkembang dalam diri siswa (Widodo & Wardani, 2020). Hal ini dapat diterapkan melalui pembelajaran dengan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*), yaitu siswa terlibat aktif dalam tim sehingga dapat meningkatkan pemahaman materi (Sudartik *et al.*, 2023). Strategi pembelajaran POGIL dapat diterapkan dengan dengan cara yang terstruktur dan konsisten melalui proses belajar untuk mencapai hasil yang diinginkan (Hanson, 2013).

Salah satu ilmu pengetahuan yang membutuhkan keterampilan dan pengetahuan yang memadai adalah kimia. Namun, hal tersebut menjadi kesulitan bagi siswa, yaitu pada materi titrasi. Titrasi asam basa merupakan penambahan volume larutan yang belum diketahui

konsentrasinya dengan larutan yang sudah diketahui konsentrasinya sampai terjadi reaksi antar keduanya (Oxtoby *et al.*, 2001). Materi ini membutuhkan ketelitian dalam menganalisis data. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Astuti (2021), siswa kesulitan dalam penentuan konsentrasi asam atau basa serta indikator yang tepat digunakan dalam titrasi. Bahan ajar yang digunakan seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berupa kertas yang di dalamnya terdapat tugas yang harus dikerjakan. Terdapat 6 unsur utama dalam LKPD yaitu: judul, petunjuk penggunaan, kompetensi dasar atau materi inti, informasi pendukung, panduan pelaksanaan tugas, dan penilaian (Prastowo, 2015). Namun, LKPD yang tersedia hanya menampilkan poin-poin tujuan percobaan, alat bahan, cara kerja, data hasil pengamatan dan hasil perhitungan, sehingga belum membuat pembelajaran menjadi interaktif antara guru dan siswa. Hal tersebut menyebabkan siswa kurang memahami materi yang dipelajari karena kurangnya panduan dalam LKPD (Wirawan *et al.*, 2023).

Oleh karena itu, LKPD dapat dikemas dalam bentuk elektronik (Elektronik-Lembar Kerja Peserta Didik / E-LKPD) yang dapat digunakan melalui gawai, sehingga dapat menghemat penggunaan kertas (Ayuni & Tressyalina, 2020). E-LKPD juga dipadukan dengan warna dan gambar yang menarik sehingga materi lebih mudah dipahami siswa (Aprilia *et al.*, 2021). E-LKPD dapat memuat praktikum virtual yang dijalankan menggunakan komputer dan terhubung internet berupa *virtual laboratory* (Wisudawati & Sulistyowati, 2017). Hal tersebut dapat menjadi solusi atas keterbatasan alat dan bahan di laboratorium sekolah. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Astuti (2021) bahwa *virtual laboratory* dapat mengatasi kesulitan siswa dalam menentukan konsentrasi dan indikator yang sesuai untuk digunakan dalam titrasi. Selain itu, tampilan *virtual laboratory* juga membuat siswa aktif dalam pembelajaran, sehingga meningkatkan hasil belajar siswa.

Bahan ajar berupa E-LKPD memang sudah banyak dikembangkan oleh penelitian-penelitian terdahulu seperti, Astuti (2021) bahwa penerapan laboratorium virtual berpengaruh positif dalam meningkatkan hasil belajar siswa dan Wanti *et al.*, (2024) bahwa LKPD berbasis POGIL dapat menarik minat belajar siswa dan membantu siswa dalam memahami materi pembelajaran. Maka dari itu, pembeda antara penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah produk LKPD yang dikembangkan dikemas dalam bentuk elektronik. Selain itu, penggunaan jenis, ukuran, dan warna huruf, serta bahasa yang digunakan disesuaikan dengan karakteristik siswa sehingga mudah dipahami oleh siswa. E-LKPD berbasis POGIL ini dilengkapi dengan

video pembelajaran dan *link virtual laboratory* yang dapat membantu kegiatan praktikum virtual pada materi titrasi asam basa. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan E-LKPD berbasis *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) berbantuan *virtual laboratory* materi titrasi asam basa.

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Madrasah Aliyah Negeri 14 Jakarta yang berlangsung selama bulan Agustus - Oktober 2024. Metode yang digunakan yaitu *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluate*). Teknik pengumpulan data yang dilakukan berupa wawancara, angket, dan lembar validasi. Pada tahap analisis kebutuhan, wawancara dan pengisian angket dilakukan kepada guru kimia dan siswa kelas XII MIPA untuk mendapatkan informasi mengenai kebutuhan guru dan karakteristik belajar siswa selama pembelajaran kimia di kelas, bahan ajar yang digunakan dan kegiatan praktikum.

Pada tahap perancangan, analisis materi E-LKPD berdasarkan tahapan POGIL divalidasi oleh dosen ahli materi dan *storyboard* divalidasi oleh dosen ahli media. Selanjutnya, tahap pengembangan produk E-LKPD dilakukan validasi oleh dosen ahli materi dan media serta pada tahap implementasi dilakukan kepada guru dan siswa untuk mengetahui kevalidan dan keefektifan produk yang dikembangkan. Angket validasi ahli dan respon berisikan unsur E-LKPD, tampilan media E-LKPD, tahapan POGIL, dan karakteristik *virtual laboratory*.

Data hasil validasi dan respon kemudian dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Nilai Akhir

f = Perolehan Skor

N = Skor Maksimum

(Sa'adah & Wahyu, 2020)

Nilai yang diperoleh kemudian ditarik kesimpulan dengan mengacu pada kriteria kevalidan yang terdapat pada Tabel 1 (Riduwan, 2008):

Tabel 1. Kriteria Kevalidan

Nilai	Kriteria
81 – 100	Sangat Baik
61 – 80	Baik
41 – 60	Cukup
21 – 40	Buruk
0 – 20	Sangat Buruk

3. Hasil dan Pembahasan

a. *Analyze* (Analisis)

Tahap analisis yang dilakukan meliputi analisis kompetensi dasar 3.13 dan 4.13 kelas XI SMA MIPA, analisis kebutuhan guru, dan analisis karakteristik siswa. Data hasil analisis kebutuhan guru menunjukkan fasilitas laboratorium yang tersedia kurang menunjang pembelajaran dan bahan ajar yang digunakan berupa LKPD kurang menarik minat belajar, sehingga siswa kesulitan dalam memahami materi dan kurangnya kemampuan proses sains siswa (Oktavia *et al.*, 2020). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Candra & Hidayati (2020), bahwa kurangnya alat dan bahan yang tersedia di laboratorium, menyebabkan kurangnya kemampuan siswa dalam memiliki keterampilan menggunakan alat laboratorium dan kesulitan siswa dalam memahami materi serta mempraktekkan metode ilmiah.

Berdasarkan hasil angket analisis karakteristik siswa, sebesar 65% siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari materi titrasi asam basa karena metode pembelajaran yang diterapkan guru yaitu ceramah dan video *Youtube* berbahasa Inggris. Pembelajaran tersebut kurang menarik dalam meningkatkan minat belajar siswa, sehingga siswa cenderung merasa jenuh dan menunjukkan hasil belajar yang kurang memuaskan (Roziyah *et al.*, 2022). Selain itu, guru sulit mengontrol siswa ketika menonton video *Youtube* tersebut apakah secara utuh atau tidak, karena jika ada bagian yang terlewat maka terdapat materi yang tidak diperhatikan oleh siswa dan pembelajaran menjadi kurang efektif (Qadriani *et al.*, 2021).

b. *Design* (Desain)

Tahap desain yaitu pembuatan rancangan materi dan *storyboard* yang ditampilkan dalam produk E-LKPD, penyusunan instrumen validasi ahli materi dan media serta angket respon. Materi titrasi asam basa disusun menggunakan model pembelajaran POGIL, yang terdiri dari orientasi, eksplorasi, pembentukan konsep, aplikasi, dan penutup (Hanson, 2007). Tahapan-tahapan POGIL tersebut disajikan dalam E-

LKPD menjadi aktivitas pembelajaran siswa. Rancangan materi juga dilengkapi dengan gambar, video, dan *link virtual laboratory* yang dapat diakses melalui <https://chemcollective.org/> (Rizaldi & Syahlan, 2020). Hasil analisis materi tersebut kemudian divalidasi oleh 3 dosen ahli materi dan mendapatkan hasil sebesar 99,2% dengan kategori sangat baik. Hasil validasi ahli materi terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Validasi Analisis Materi

Validator Ahli Materi	Persentase Total	Kategori
Validator 1	100%	Sangat Baik
Validator 2	97,8%	Sangat Baik
Validator 3	100%	Sangat Baik
Persentase	99,2%	Sangat Baik

Selanjutnya dilakukan pembuatan *storyboard* berupa penambahan *cover*, daftar isi, dan petunjuk penggunaan yang bertujuan melihat keselarasan dan kesesuaian sajian dalam E-LKPD (Amran & Takdir, 2020). *Storyboard* divalidasi oleh 2 dosen ahli media dan mendapatkan hasil sebesar 92,9% dengan kategori sangat baik, yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Validasi *Storyboard*

Validator Ahli Media	Persentase Total	Kategori
Validator 1	85,7%	Sangat Baik
Validator 2	100%	Sangat Baik
Persentase	92,9%	Sangat Baik

Hasil validasi analisis materi dan *storyboard* termasuk kategori sangat baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa produk E-LKPD yang dikembangkan dengan bantuan *virtual laboratory* pada materi titrasi asam basa dapat digunakan sebagai solusi dalam mengatasi kesulitan guru dan siswa dalam pembelajaran, seperti penggunaan bahan ajar dan kegiatan praktikum. E-LKPD yang dikembangkan juga memuat tahapan POGIL, *link virtual laboratory*, materi, dan soal evaluasi.

c. *Development* (Pengembangan)

Setelah dilakukan validasi materi dan *storyboard*, langkah selanjutnya yaitu produk E-LKPD dikembangkan pada situs *heyzine*. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Al

Firah *et al.* (2024), penggunaan situs *heyzine* mudah diakses karena berbentuk *website*, tombol navigasi yang mudah dan dapat dipahami, serta dapat diakses tanpa batas ruang dan waktu selama terdapat internet.

Selanjutnya, produk E-LKPD divalidasi kembali oleh 3 dosen ahli materi dan media. Aspek penilaian meliputi unsur E-LKPD, tampilan media E-LKPD, tahapan POGIL, dan karakteristik *virtual laboratory*. Hasil validasi menunjukkan sebesar 94,6% dengan kategori sangat baik, yang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Validasi Ahli Materi dan Media

Aspek	Persentase Total	Kategori
Unsur E-LKPD	95,2%	Sangat Baik
Tampilan Media E-LKPD	94,3%	Sangat Baik
Tahapan POGIL	93,3%	Sangat Baik
Karakteristik <i>Virtual Laboratory</i>	95,6%	Sangat Baik
Persentase	94,6%	Sangat Baik

Produk E-LKPD yang dikembangkan terdiri dari bagian awal, isi, dan akhir. Bagian awal terdiri dari *cover*, kata pengantar dan daftar isi. Bagian isi terdiri dari KI, KD, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan, pengenala POGIL dan *Irydium Virtual Chemistry Laboratory*, peta konsep, materi titrasi asam basa, dan latihan soal. Bagian akhir terdiri dari daftar pustaka dan profil penulis. Tampilan produk E-LKPD terdapat pada Gambar 1. di bawah ini.



Gambar 1. Tampilan Produk E-LKPD

d. *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi dilakukan dengan uji coba produk kepada 2 guru dan 91 siswa untuk mengetahui respon terhadap E-LKPD yang telah dikembangkan. Pengisian angket dilakukan berdasarkan aspek dan skala penilaian yang diberikan. Berikut hasil respon guru pada Tabel 5 dan respon siswa pada Tabel 6.

Tabel 5. Data Hasil Respon Guru

Aspek	Persentase Total
Unsur E-LKPD	97,1%
Tampilan Media E-LKPD	95,7%
Tahapan POGIL	96%
Karakteristik <i>Virtual Laboratoy</i>	97%
Persentase	96,4%

Tabel 6. Data Hasil Respon Siswa

Aspek	Persentase Total
Unsur E-LKPD	91,6%
Tampilan Media E-LKPD	92,1%
Tahapan POGIL	92,2%
Karakteristik <i>Virtual Laboratoy</i>	94,8%
Persentase	92,6%

Berdasarkan penilaian pada angket respon yang diberikan, unsur-unsur yang terdapat dalam E-LKPD menarik dan dapat membantu siswa dalam memahami materi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Zikri & Handayani (2024), E-LKPD yang memuat unsur-unsur yang sesuai dapat membantu siswa lebih mudah memahami materi dan informasi lainnya yang disajikan. Produk E-LKPD menampilkan penggunaan jenis, ukuran, warna font yang jelas, menarik dan mudah dibaca. Selain itu, E-LKPD yang dikembangkan memiliki kelebihan seperti, video pembelajaran dapat langsung dilihat dengan cara mengklik video tersebut, praktikum dapat dilakukan secara virtual melalui *link* yang tersedia dan siswa dapat mengerjakan tugas secara langsung di dalamnya. Sejalan dengan Apriliyani & Mulyatna

(2021), fungsi dari E-LKPD yaitu menampilkan materi yang dapat meningkatkan rasa ingin tahu dan minat siswa dalam pembelajaran, serta membangun motivasi untuk belajar mandiri.

Aspek tahapan POGIL yang disajikan dapat membantu siswa membentuk konsep pengetahuannya dan merefleksikan kegiatan yang telah dipelajari. Melalui model POGIL, siswa juga dapat merasakan pengalaman pembelajaran yang bermakna karena melalui tahapan-tahapan POGIL dapat meningkatkan keterampilan siswa, seperti melakukan pengamatan dan menjelaskan mengenai hasil pengamatan tersebut (Mellyzar *et al.*, 2022). *Virtual laboratory* yang digunakan memiliki kelebihan yaitu dapat menimbulkan ketertarikan siswa dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui kegiatan praktikum (Hadi *et al.*, 2022). Tampilan dalam *virtual laboratory* juga dapat menarik minat dan motivasi belajar siswa, sehingga membantu siswa dalam menyelesaikan masalah yang diberikan (Haryanti *et al.*, 2023).

e. *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi yang dilakukan hanya dari tahap analisis sampai tahap implemmentasi berupa perbaikan terhadap produk E-LKPD yang dikembangkan berdasarkan hasil validasi, saran, dan masukan dari validator ahli. Berikut rangkuman evaluasi yang dilakukan selama proses pembuatan E-LKPD pada masing-masing tahapannya yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rangkuman Evaluasi

Tahap	Evaluasi
<i>Analyze</i> (Analisis)	- Revisi Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) - Revisi instrumen analisis kebutuhan guru dan siswa
<i>Design</i> (Desain)	- Revisi percobaan jenis-jenis titrasi asam basa - Revisi materi titrasi asam basa - Penambahan latihan soal - Revisi instrumen penelitian
<i>Development</i> (Pengembangan)	Revisi tampilan E-LKPD pada situs <i>heyzine</i> sesuai saran validator
<i>Implementation</i> (Implementasi)	Tidak ada revisi dalam tahap ini

4. Simpulan

E-LKPD berbasis *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) berbantuan *virtual laboratory* pada materi titrasi asam basa yang dikembangkan dengan metode *R&D* dengan model ADDIE menunjukkan hasil validasi sebesar 94,6%, hasil uji respon guru sebesar

96,4%, dan uji respon siswa sebesar 92,9%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis POGIL termasuk kategori Sangat Baik. Oleh karena itu, berdasarkan data hasil validasi dan respon mendukung bahwa E-LKPD sangat layak digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran pada materi titrasi asam basa.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu, direkomendasikan menguji keefektifan penggunaan E-LKPD berbasis POGIL berbantuan *virtual laboratory* pada saat materi titrasi asam basa berlangsung dan aplikasi *virtual laboratory* yang digunakan dapat dijalankan secara *offline* tanpa mengunduh java terlebih dahulu. Disarankan pula untuk penggunaan *virtual laboratory* dapat dilakukan pendampingan dalam menggunakannya, tidak hanya menggunakan panduan yang terdapat dalam E-LKPD.

Daftar Pustaka

- Al Firah, J., Miranti, M. G., Romadhoni, I. F., & Pangesthi, L. T. (2024). Pengembangan E-modul Hidangan Kentang dan Pasta Berbasis Heyzine Flipbooks Untuk Siswa SMK Kuliner. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(3), 1731–1738. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i3.2504>
- Amran, & Takdir. (2020). Penugasan Pembuatan Media Audio Visual Percakapan Bahasa Arab untuk Meningkatkan Keterampilan Berbahasa Mahasiswa Pendidikan Bahasa Arab IAI Muhammadiyah Sinjai. *NASKHI J Jurnal Kajian Pendidikan Dan Bahasa Arab*, 2(2), 40–58. <https://doi.org/10.47435/naskhi.v2i2.435>
- Aprilia, W., Apreasta, L., & Prasetyo, D. E. (2021). Pengembangan Buku Ajar Berbasis Model Problem Based Learning pada Subtema 1 Kekayaan Sumber Energi Di Indonesia pada kelas IV Sekolah Dasar. *Innovative*, 1(2), 552–560. Retrieved from <https://jinnovative.org/index.php/Innovative/article/view/14>
- Apriliyani, S. W., & Mulyatna, F. (2021). Flipbook E-LKPD dengan Pendekatan Etnomatematika pada Materi Teorema Phytagoras. *Jurnal Sinasis: Seminar Nasional Sains*, 2(1), 491–500. <http://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/view/5389>
- Astuti, E. P. (2021). Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual pada Pembelajaran Titrasi Asam Basa terhadap Hasil Belajar Siswa. *Indonesian Journal of Education Research (IJoER)*, 2(5), 119–123. <https://doi.org/10.37251/ijoer.v2i5.538>
- Ayuni, Q., & Tressyalina. (2020). Analysis of Needs Of E-LKPD Based on Contextual Teaching and Learning (CTL) in Linear Learning for Exposition Text Materials. *Proceedings of the 3rd International Conference on Language, Literature, and Education (ICLLE 2020)*. Atlantis Press, 485, 279–283. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201109.047>
- Candra, R., & Hidayati, D. (2020). Penerapan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses dan Kerja Peserta Didik di Laboratorium IPA. *Edugama: Jurnal Kependidikan Dan Sosial Keagamaan*, 6(1), 26–37. <https://doi.org/10.32923/edugama.v6i1.1289>
- Hadi, A., Masruhim, M. A., & Hartati, Y. (2022). Development of Android-Based Virtual Laboratory to Improve Critical Thinking Ability on Reaction Rate Materials. *Budapest*

- International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal)*, 5(3), 21449–21459. <https://doi.org/10.33258/birci.v5i3.6162>
- Hanson, D. M. (2007). Designing Process-Oriented Guided-Inquiry Activities. *Department of Chemistry Stony Brook University, Stony Brook, NY 11794-3400*.
- Hanson, D. M. (2013). *Instructor's Guide to Process Oriented Guided Inquiry Learning*. Pacific Crest.
- Haryanti, I., Kurniawati, Y., & Lubis, F. H. (2023). Penerapan Virtual Laboratory Dengan Menggunakan Model Problem Based Learning (Pbl) Untuk Mendukung Proses Pembelajaran Kimia. *Journal of Chemistry Education and Integration*, 2(1), 42–49. <https://doi.org/10.24014/jcei.v2i1.21771>
- Oktavia, S. A.-Z., Ramalis, R., Karim, S., & Feranie, S. (2020). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Fisika Kelas XI pada Materi Elastisitas. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 0, 87–90.
- Oxtoby, D. W., Gillis, H. P., & Naschtrieb, N. H. (2001). *Prinsip-prinsip Kimia Modern Edisi Keempat Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Qadriani, N. L., Hartati, S., & Dewi, A. (2021). Pemanfaatan Youtube dan Edpuzzle sebagai Media Pembelajaran Daring Berbasis Video Interaktif. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Universitas Al Azhar Indonesia*, 04(01), 1–8. <https://doi.org/10.36722/jpm.v4i1.841>
- Riduwan. (2008). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Rizaldi, R., & Syahlan. (2020). Analisis Materi dan Tujuan Pembelajaran pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 10(02), 60–64. <https://doi.org/10.37630/jpm.v10i2.340>
- Roziyah, Isnaini, M., & Astuti, T. R. (2022). Analisis Kesulitan Belajar Kimia pada Mater Hidrolisis Garam di SMA Jami'iyah Islamiyah. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Kimia*, 27–43. <https://proceedings.radenfatah.ac.id/index.php/snpk/article/view/51>
- Sa'adah, R. N., & Wahyu. (2020). *Metode Penelitian R&D (Research and Development) Kajian Teoretis dan Aplikatif*. Batu: Literasi Nusantara.
- Sadriani, A., Ahmad, M. R. S., & Arifin, I. (2023). Peran Guru Dalam Perkembangan Teknologi Pendidikan di Era Digital. *Seminar Nasional Dies Natalis 62, 1*, 32–37. <https://doi.org/10.59562/semnasdies.v1i1.431>
- Sudartik, S., Sutarto, S., & Budiarmo, A. S. (2023). Pengaruh Model POGIL terhadap Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Tarbiyah Wa Ta'lim: Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 10(2), 121–134. <https://doi.org/10.21093/twt.v10i2.6412>
- Wanti, S., Mawarnis, E. R., Herman, M., & Barat, S. (2024). Designing POGIL Based Student Worksheets for Buffer Solution Learning at SMAN 2 Sawahlunto. *Hydrogen Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(5), 948–959. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i5.12696>
- Widodo, S., & Wardani, R. K. (2020). Mengajarkan Keterampilan Abad 21 4C (Communication, Collaboration, Critical Thinking and Problem Solving, Creativity and Innovation) di Sekolah Dasar. *MODELING: Jurnal Program Studi PGMI*, 7(2), 185–197. <https://doi.org/10.69896/modeling.v7i2.665>
- Wirawan, D. O., Ermiana, I., & Fauzi, A. (2023). E-LKPD Berbasis HOTS Materi Pecahan Berbantu Liveworksheets Berorientasi Pada Pemahaman Konsep Matematika Siswa Kelas V. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 9(4), 2011–2021. <https://doi.org/10.31949/educatio.v9i4.5998>

- Wisudawati, A. W., & Sulistyowati, E. (2017). *Metodologi Pembelajaran IPA*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Zikri, T. A., & Handayani, S. (2024). Development of Electronic Student Worksheets Based on Multiple Representations for High School Students on the Topic of Buffer Solutions. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(5), 2521–2529.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i5.5247>