



## Pengembangan Panduan Praktikum Fisika Dasar II Alat *Electricity Demonstration* Kit-B dengan Menggunakan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing

Theresje Mandang<sup>1\*</sup>, Kenny S. Lahope<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumihan, Universitas Negeri Manado

\*e-mail: [t.mandang@yahoo.com](mailto:t.mandang@yahoo.com)

**Abstrak.** Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan panduan praktikum Fisika Dasar II di laboratorium fisika karena belum tersedia panduan yang memadai untuk alat laboratorium baru, terutama *electricity demonstration* kit-B, sehingga mahasiswa kurang terampil dalam menggunakan alat tersebut saat bereksperimen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan panduan praktikum untuk alat *electricity demonstration* kit-B dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing. Penelitian ini menerapkan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) menggunakan model 4D yang diadaptasi dari model Thiagarajan. Sampel penelitian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu 7 orang untuk uji kelompok kecil dan 23 orang untuk uji kelompok besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap mahasiswa memperoleh nilai di atas 70 dengan capaian proses berada dalam rentang 70-92%, sehingga produk ini dianggap layak/valid. Selain itu, 100% mahasiswa memberikan tanggapan bahwa panduan ini sangat bermanfaat (SB) dalam kegiatan eksperimen. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa panduan praktikum fisika dasar untuk alat *electricity demonstration* kit-B yang menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing telah dihasilkan dengan kualifikasi sangat baik dan layak.

**Kata kunci:** *electricity demonstration*, inkuiri, praktikum, *research and development*

**Abstract.** The research was conducted to develop a practical guide for Basic Physics II in the Physics Laboratory due to the absence of an adequate manual for new laboratory equipment, particularly the *electricity demonstration* kit-b. This lack of guidance has resulted in students being less proficient in using the equipment during experiments. The objective of this research is to produce a practical guide for the *electricity demonstration* kit-b using the guided inquiry learning model. This study employs a *Research and Development (R&D)* methodology, utilizing the 4D model adapted from Thiagarajan. The research sample is divided into two groups: 7 individuals for a small group trial and 23 individuals for a large group trial. The results indicate that each student scored above 70, with process achievement ranging from 70% to 92%, deeming the product valid and appropriate. Additionally, over 90% of students responded that the guide is very beneficial (SB) for experimental activities. Based on the research findings, it can be concluded that a highly qualified and suitable practical guide for the basic physics course using the *electricity demonstration* kit-b, employing the guided inquiry learning model, has been successfully developed.

**Keywords:** *electricity demonstration*, inquiry, practicum, *research and development*

Diterima 30 April 2024 | Disetujui 25 Mei 2024 | Diterbitkan 30 Juni 2024

### PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan yang semakin pesat menimbulkan

kebutuhan baru dalam segala aspek kehidupan, termasuk aspek pendidikan (Muktapa, 2021). Pendidikan terus

berkembang seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi (Rungkat, Jeujan, Wola, & Warouw, 2023; Wola, Rungkat, & Harindah, 2023; Mandang & Marianus, 2024). Salah satu tujuan nasional khususnya dalam pendidikan fisika adalah mengembangkan pembelajaran fisika untuk mempelajari konsep-konsep dasar fisika. Agar siswa dapat memahami secara mendalam konsep-konsep fisika dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari (Mandang, 2023).

Pendidikan sains, termasuk fisika, penting dalam mengembangkan tiga unsur pengetahuan konsep ilmiah, keterampilan pemrosesan ilmiah, dan sikap ilmiah (Ozdemir & Dikici, 2017). Faktor-faktor ini menjadi tantangan bagi guru fisika masa depan, terutama dalam konteks kurikulum Indonesia. Oleh karena itu, calon guru fisika harus menerapkan pendekatan pembelajaran saintifik berbasis inkuiri. Inkuiri adalah suatu metode atau kegiatan menyajikan suatu subjek untuk memperoleh pengetahuan yang dilakukan dengan cara mengeksplorasi dan mengorganisasikan konsep dan prinsip melalui kegiatan inkuiri. Melalui metode ini, siswa mempunyai banyak kesempatan untuk meneliti dan menemukan sendiri apa yang mereka butuhkan untuk memecahkan masalah melalui pengembangan keterampilan intelektual dan kapasitas berpikir kritis.

Pembelajaran berbasis inkuiri diartikan sebagai proses menemukan hubungan sebab-akibat baru di mana siswa membentuk hipotesis dan mengujinya dengan melakukan eksperimen dan/atau observasi (Pedaste, Mäeots, Siiman, de Jong, van Riesen, Kamp, Manoli, Zacharia, & Tsourlidaki, 2015). Inkuiri merupakan model pengajaran yang dilaksanakan secara praktis dan mental (Wangdi, Kanthang, & Precharattana, 2017). Situasi inkuiri yang ideal di kelas terjadi ketika siswa dapat membentuk prinsip-prinsip baru saat bekerja sendiri atau dalam kelompok kecil dengan sedikit bimbingan dari instruktur (Jusman, Azmar, Permana, Iqbal, & Ali, 2020). Diskusi dan perdebatan selama puluhan tahun tentang cara paling efektif untuk mengajar dan mempelajari

sains telah menghasilkan sejumlah model penelitian serupa (Bevins & Price, 2016).

Pembelajaran Fisika tidak bisa dipisahkan dari kegiatan praktikum. Ada empat alasan penting mengapa praktikum diperlukan dalam Fisika Dasar II : (1) Praktikum dapat meningkatkan motivasi belajar IPA. (2) Praktikum membantu mengembangkan keterampilan dasar dalam melakukan eksperimen. (3) Praktikum menyediakan sarana untuk mempelajari pendekatan ilmiah. (4) Praktikum mendukung materi pelajaran. Keterampilan proses IPA (Fisika) mencakup: mengamati, menafsirkan, mengklasifikasikan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, merencanakan percobaan, berkomunikasi, dan mengajukan pertanyaan.

Proses pembelajaran fisika adalah eksperimen, memerlukan panduan dalam melaksanakan praktikum untuk mengetahui konsep-konsep dan fenomena, memerlukan panduan. Panduan Praktikum sangat dibutuhkan dalam menuntun jalannya praktikum dengan baik (Syamsa, Permana, Adriani, Suliswati, & Diniya, 2022). Panduan praktikum fisika masih terbatas dan belum memadai di Laboratorium Fisika Unima untuk melaksanakan proses kegiatan praktikum, sehingga mahasiswa belum memahami dengan benar konsep dan prinsip fisika karena panduan tidak sesuai dengan prosedur praktikum yang dilaksanakan. Oleh sebab itu dalam melakukan praktikum, harus memiliki panduan untuk proses pelaksanaan praktikum. Melalui pengembangan panduan praktikum, kegiatan proses pembelajaran dilaksanakan untuk menemukan prinsip fisika harus sesuai dengan variabel dan kebutuhan mahasiswa.

Mahasiswa dapat melaksanakan prosedur penyelidikan dan berlatih kemampuan mereka menggunakan alat baru di Laboratorium Fisika Unima yang belum memiliki panduan praktikum dengan menganalisis dan membuat panduan model inkuiri terbimbing. Adapun tujuan penelitian, yaitu: "Menganalisis kelayakan produk panduan (*prototype*) untuk digunakan pada praktikum Fisika

*electricity demonstration* kit-B model inkuiri terbimbing”.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi metode penelitian dan pengembangan R&D (*Research and Development*). Menurut Sugiyono (2015), metode penelitian dan pengembangan adalah teknik penelitian yang diterapkan untuk menciptakan produk tertentu serta menguji efektivitas produk tersebut (Borg & Gall, 1989). Untuk menghasilkan produk tertentu, penelitian dilakukan dengan pendekatan analisis kebutuhan. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah panduan Praktikum *electricity demonstration* kit-b menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing.

Pengembangan produk penelitian, digunakan pedoman penelitian pengembangan dengan model 4D. Model ini terdiri dari empat tahap, yaitu *define* (definisi), *design* (desain), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (pendistribusian) (Thiagarajan, 1974; Arkadiantika, Ramansyah, Effindi, & Dellia, 2020; Sugiyono, 2015).

Penelitian ini mengikuti pendekatan Pengembangan dengan model 4D, yang melibatkan serangkaian tahapan yang terstruktur. Tahapan pertama melibatkan pembuatan desain panduan praktikum, yang kemudian dinilai oleh reviewer atau tim ahli untuk memastikan kualitasnya. Langkah selanjutnya adalah melakukan revisi terhadap panduan praktikum sesuai dengan masukan yang diberikan oleh reviewer atau tim ahli. Setelah itu, dilakukan uji coba dengan kelompok kecil mahasiswa untuk menguji efektivitas panduan praktikum. Selanjutnya, dilakukan uji coba dengan kelompok besar untuk mengevaluasi panduan praktikum secara lebih luas. Terakhir, hasil penelitian diseminasi atau disebarkan kepada kelas lain. Berdasarkan rancangan

pengembangan, temuan penelitian ini disesuaikan dengan prosedur atau langkah-langkah 4D dari rancangan pengembangan: Definisi, Desain, Pengembangan, dan Pendistribusian. Penilaian dilakukan oleh tim pakar dan ahli fisika, terutama *electricity demonstration* kit-B. Evaluasi dilakukan oleh dua ahli, yang menilai desain dan konten panduan praktikum yang disusun oleh peneliti. Tim ahli mengevaluasi dua aspek, yakni desain secara keseluruhan dan kelengkapan rancangan panduan praktikum berdasarkan tujuan yang ingin dicapai. Tabel 1 menunjukkan kriteria respons/tanggapan responden dalam hal ini adalah mahasiswa.

Tabel 1. Kriteria respons/tanggapan responden

Kategori	Persentase
Tidak Bermanfaat	≤40
Kurang Bermanfaat	41-60
Bermanfaat	61-80
Sangat Bermanfaat	81-100

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Beberapa tahapan penelitian menggunakan model 4D, yang melibatkan panduan praktikum yang telah disusun sedemikian rupa sesuai dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing menggunakan alat *electricity demonstration* kit-b. Pada tahap ini, panduan praktikum akan digunakan untuk menguji fungsionalitas alat praktikum *electricity demonstration* kit-B dalam praktikum hukum Ohm, jembatan Wheatstone, dan hukum Kirchoff. Panduan praktikum yang telah disusun didasarkan pada materi yang disesuaikan dengan praktikum elektronika dasar yang menggunakan alat tersebut.

Berikut ini hasil tanggapan mahasiswa terhadap panduan praktikum untuk uji kelompok kecil ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data tanggapan umum mahasiswa terhadap panduan praktikum *electricity demonstration kit-B* untuk uji coba terbatas kelompok kecil

No	Tanggapan	Frekuensi Jawaban				Total
		SB	B	KB	TB	
		4	3	2	1	
1	Saya tertarik menggunakan panduan praktikum Fisika Dasar II berbasis inkuiri tertimbang	6	1	0	0	7
2	Saya merasa ditantang untuk melakukan persiapan yang matang sebelum melakukan praktikum dengan panduan berbasis inkuiri tertimbang seperti ini	2	5	0	0	7
3	Saya memahami dengan baik apa yang harus dilakukan yang sesuai instruksi yang tercantum dalam panduan praktikum spektrometer berbasis inquiry tertimbang seperti ini	4	3	0	0	7
4	Dengan memusatkan perhatian pada kegiatan praktikum ini dan bekerja sama dengan baik dengan sesama teman kelompok, saya dapat melaksanakan praktikum alat <i>electricity demonstration kit-b</i> dengan panduan seperti ini dengan baik	6	1	0	0	7
5	Menggunakan panduan praktikum berbasis inquiry tertimbang seperti ini mendorong saya untuk berlatih mengembangkan panduan seperti ini untuk digunakan dalam pembelajaran fisika di sekolah menengah.	4	3	0	0	7
6	Melaksanakan praktikum dengan pendekatan inquiry tertimbang seperti ini telah memberikan pengalaman berlatih bagi saya sebagai calon guru fisika dalam mengembangkan kemampuan menggunakan pendekatan ilmiah (scientific attitude).	6	1	0	0	7
7	Penggunaan panduan praktikum berbasis inkuiri tertimbang seperti ini menantang saya untuk mengembangkan kreativitas saya sebagai mahasiswa calon guru fisika	5	2	0	0	7
8	Melaksanakan praktikum dengan pendekatan seperti ini bila dilakukan dengan sungguh-sungguh sangat bermanfaat dalam mengembangkan kompetensi profesional sebagai calon guru fisika.	6	1	0	0	7
Total frekuensi		39	17	0	0	
Rata-rata		4.9	2.1	0	0	
Persentase		70%	30%	0%	0%	

Data pada Tabel 2 diperoleh dari 7 orang mahasiswa yang mengikuti praktikum Fisika Dasar II pada Laboratorium Fisika untuk alat *Electricity Demonstration Kit-B*. Hasil perhitungan keseluruhan menunjukkan total frekuensi, rata-rata, dan presentase. Dari Tabel 2, disimpulkan bahwa 70% dari tanggapan mahasiswa menunjukkan kategori "Sangat Bermanfaat (SB)", sementara 30% dari tanggapan mahasiswa masuk ke dalam

kategori "Bermanfaat (B)". Hal ini menggambarkan penilaian positif dari mahasiswa terhadap semua indikator yang disajikan, mencapai 100%. Tidak ada data yang mencatat kategori "Kurang Bermanfaat (KB)" atau tanggapan mahasiswa yang menganggap materi "Tidak Bermanfaat".

Hasil tanggapan uji kelompok besar terhadap panduan praktikum disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data tanggapan umum mahasiswa terhadap panduan praktikum *electricity demonstration kit-B* untuk uji coba terbatas kelompok besar

No	Tanggapan	Frekuensi Jawaban				Total
		SB	B	KB	TB	
		4	3	2	1	
1	Saya tertarik menggunakan panduan praktikum Fisika Dasar II berbasis inquiry tertimbang	20	3	0	0	23
2	Saya merasa ditantang untuk melakukan persiapan yang matang sebelum melakukan praktikum dengan panduan berbasis inkuiri tertimbang seperti ini	12	11	0	0	23
3	Saya memahami dengan baik apa yang harus dilakukan yang sesuai instruksi yang tercantum dalam panduan praktikum spektrometer berbasis inquiry tertimbang seperti ini	14	9	0	0	23
4	Dengan memusatkan perhatian pada kegiatan praktikum ini dan bekerja sama dengan baik dengan sesama teman kelompok, saya dapat melaksanakan praktikum alat <i>electricity demonstration kit-b</i> dengan panduan seperti ini dengan baik	14	9	0	0	23
5	Menggunakan panduan praktikum berbasis inkuiri tertimbang seperti ini mendorong saya untuk berlatih mengembangkan panduan seperti ini untuk digunakan dalam pembelajaran fisika di sekolah menengah.	15	8	0	0	23
6	Melaksanakan praktikum dengan pendekatan inkuiri tertimbang seperti ini telah membrikan pengalaman berlatih bagi saya sebagai calon guru fisika dalam mengembangkan kemampuan menggunakan pendekatan ilmiah ( <i>scientific attitude</i> ).	14	9	0	0	23
7	Penggunaan panduan praktikum berbasis inkuiri tertimbang seperti ini menantang saya untuk mengembangkan kreativitas saya sebagai mahasiswa calon guru fisika	15	8	0	0	23
8	Melaksanakan praktikum dengan pendekatan seperti ini bila dilakukan dengan sungguh-sungguh sangat bermanfaat dalam mengembangkan kompetensi profesionan sebagai calon guru fisika.	19	4	0	0	23
Total frekuensi		123	61	0	0	
Rata-rata		15.38	7.6	0	0	
Persentase		67%	33%	0%	0%	

Data dalam Tabel 3 diperoleh dari partisipasi 23 mahasiswa yang mengambil praktikum elektronika dasar. Hasil perhitungan menunjukkan total frekuensi, rata-rata, dan presentase. Dari Tabel 3, terlihat bahwa 65% dari tanggapan mahasiswa menunjukkan kategori "Sangat Bermanfaat (SB)", sementara 33% masuk ke dalam kategori "Bermanfaat (B)". Hal ini menunjukkan evaluasi positif dari mahasiswa terhadap indikator yang diajukan, mencapai 100%. Tidak ada data yang mencatat kategori "Kurang

Bermanfaat (KB)" atau tanggapan mahasiswa yang menganggap materi "Tidak Bermanfaat".

### Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang ditampilkan di atas maka dapat teramati masalah yang sering muncul pada umumnya adalah kurangnya ketersediaan panduan praktikum yang layak lebih khusus untuk alat-alat yang masih baru. Hasil penelitian berupa panduan praktikum fisika dasar alat *electricity*

*demonstration kit-b* dengan model inkuiri terbimbing ini berguna untuk mengoptimalkan kegiatan pembelajaran dan menunjang kegiatan praktikum di Laboratorium Fisika khususnya pada Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Manado. Panduan praktikum dibutuhkan dalam kegiatan perkuliahan untuk menunjang terlaksananya proses pembelajaran dengan baik bagi mahasiswa (Idamansyah, & Rohmadi, 2022).

Hasil uji coba pada respon mahasiswa. Panduan praktikum yang dikembangkan di uji cobakan pada dua kelompok, yaitu pertama pada kelompok kecil yang terdiri dari 7 mahasiswa dan selanjutnya uji coba lapangan dalam kelompok besar yang terdiri dari 23 mahasiswa. Hasil respon mahasiswa dalam kelompok kecil dan uji coba lapangan (kelompok besar) masing-masing menunjukkan persentase 100% menginformasikan bahwa panduan praktikum yang dikembangkan termasuk pada kategori sangat praktis. Dengan demikian, panduan praktikum yang dikembangkan dapat mempermudah mahasiswa dalam kegiatan praktikum. Hasil tanggapan mahasiswa kelompok kecil dan uji kelompok besar memberikan tanggapan positif menandakan panduan praktikum yang dibuat dan diujicobakan membuat mahasiswa tertarik menggunakan alat tersebut karena bermanfaat dalam kegiatan praktikum. Hal ini dapat meningkatkan minat mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum fisika dasar serta mahasiswa dapat menemukan konsep-konsep fisika dalam kegiatan praktikum ini. Temuan ini selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Astro, Doa, & Meke (2021) yang melaporkan bahwa petunjuk praktikum dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa.

Sesuai dengan rancangan, panduan praktikum yang dikembangkan dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing. Panduan praktikum diartikan sebagai bahan ajar yang memuat pedoman pelaksanaan kegiatan praktikum di laboratorium dengan tujuan untuk menciptakan kegiatan praktikum yang

optimal dalam suatu proses pembelajaran (Ananda, Sitorus, & Silaban, 2021; Mandang & Marianus 2024). Model pembelajaran inkuiri terbimbing merupakan model pembelajaran dimana mahasiswa dapat memecahkan masalah yang diberikan dalam proses kegiatan praktikum yang dilakukan. Model pembelajaran inkuiri memberikan penekanan pada keterampilan dan pembelajaran yang berpusat pada siswa (Gunawan, Harjono, Hermansyah, & Herayanti, 2019). Pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan kualitas pengetahuan serta kepercayaan diri mahasiswa terhadap keterampilan dan proses yang berkaitan dengan pertanyaan dan konsep sains (Sheffield & McIlvenny, 2014). Pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing diindikasikan berpengaruh kuat terhadap prestasi dan minat siswa (Kang & Keinonen, 2018).

## KESIMPULAN

Panduan praktikum untuk eksperimen menggunakan *electricity demonstration kit-b* dianggap layak digunakan karena telah melalui tahap-tahap prosedur penelitian pengembangan dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing. Capaian mahasiswa dalam hal kemampuan afektif, kognitif, dan psikomotor memenuhi kriteria yang dapat diterima. Dengan adanya panduan praktikum ini, mahasiswa dapat lebih memahami konsep-konsep fisika melalui eksperimen yang dilakukan. Dalam penggunaan panduan praktikum ini, agar dapat memperhatikan langkah – langkah pada model pembelajaran yang terkandung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, R. M., Sitorus, M., & Silaban, R. (2021). Development of integrated natural science practicum guide integrated inquiry approach to improve student learning outcomes. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 4(1), 330–336.
- Arkadiantika, I., Ramansyah, W., Effindi, M. A., & Dellia, P. (2020). Pengembangan media pembelajaran

- virtual reality pada materi pengenalan termination dan splicing fiber optic. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(1), 29-36.
- Astro, R. B., Doa, H., & Meke, K. D. P. (2021). Pengembangan petunjuk praktikum gaya gesek di bidang miring berbasis video tracking untuk meningkatkan minat mahasiswa. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 335–342.
- Bevins, S., & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17–29.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1989). *Educational research: an introduction, fifth edition*. New York: Longman.
- Gunawan, G., Harjono, A., Hermansyah, H., & Herayanti, L. (2019). Guided inquiry model through virtual laboratory to enhance students' science process skills on heat concept. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 38(2), 259–268.
- Idamansyah, D., & Rohmadi, M., (2022). Pengembangan penuntun praktikum biokimia terintegrasi nilai islam. *Jurnal Penelitian Sains Dan Pendidikan (JPSP)*, 2(2), 125–135.
- Jusman, J., Azmar, A., Permana, I., Ikbali, M. S., & Ali, M. (2020). Perbandingan pemahaman konsep interpretasi fisika antara model pembelajaran inkuiri terbimbing dan inkuiri bebas termodifikasi. *Konstan-Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 5(2), 86–94.
- Kang, J., & Keinonen, T. (2018). The effect of student-centered approaches on students' interest and achievement in science: Relevant topic-based, open and guided inquiry-based, and discussionbased approaches. *Research in Science Education*, 48, 865–885.
- Mandang, T. (2023). Evaluasi kemampuan mahasiswa mengembangkan materi buku ajar fisika sma melalui tugas berjenjang dalam mata kuliah kajian fisika sekolah-1. *SCIENING: Science Learning Journal*, 4(1), 17-23.
- Mandang, T., & Marianus, M. (2024). Pengembangan panduan praktikum elektronika dasar alat electricity demonstration kit-b berbasis model inkuiri terbimbing. *JPSP*, 4(1), 43-56.
- Muktapa, M. I. (2021). Implikasi filsafat ilmu dan etika keilmuan dalam pengembangan ilmu pengetahuan modern. *Jurnal BELAINDIKA (Pembelajaran Dan Inovasi Pendidikan)*, 3(2), 20-29.
- Ozdemir, G., & Dikici, A. (2017). Relationships between scientific process skills and scientific creativity: Mediating role of nature of science knowledge. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 3(1), 52-68.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Rungkat, J. A., Jeujan, A., Wola, B. R., & Warouw, Z. W. M. (2023). Development of stem-based science e-module on the human excretory system topic. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6548–6556.
- Sheffield, R. S., & McIlvenny, L. (2014). Design and implementation of scientific inquiry using technology in a teacher education program. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 22(6), 46–60.
- Sugiyono. (2015). *Metodologi penelitian & pengembangan (research and development)*. Bandung: Alfabeta.
- Syamsa, N. H. K., Permana, N. D., Adriani, M., Suliswati & Diniya. (2022). Pengembangan panduan praktikum ipa berbasis inkuiri terbimbing pada konsep gaya untuk sekolah dasar. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(3), 141-150.
- Thiagarajan. (1974). *Model pengembangan perangkat four-d*. University of Minnesota.
- Wangdi, D., Kanthang, P., & Precharattana, M. (2017). Development of a hands-on model embedded with guided inquiry laboratory to enhance students' understanding of law of mechanical energy conservation. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 18(2), 1–26.

Wola, B. R., Rungkat, J. A., & Harindah, G. M. D. (2023). Science process skills of prospective science teachers' in practicum activity at the laboratory. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(1), 50–61.