



Pelatihan Guru IPA SMP Mendesain Media Praktikum Berbasis Physics Education Technology Di Kabupaten Konawe

^{1*}Amiruddin Takda, ¹Muh. Anas, ¹Hunaidah, ²Erniwati, ¹La Maronta Galib, ¹Luh Sukariasih, ¹Syarifuddin

¹Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UHO Jl. H.E.A Mokodompit, Kendari, Indonesia.

²Program Studi Vokasional Teknik, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UHO Jl. H.E.A Mokodompit, Kendari, Indonesia.

*Corresponding Author e-mail: syarifuddin@uho.ac.id/085241274800

Received: Mei 2024; Revised: Mei 2024; Published: Mei 2024

Abstrak

Program kemitraan masyarakat internal (PKMI) dari LPPM UHO mengatasi masalah yang dihadapi oleh guru sains SMP di Kabupaten Konawe, yang jarang melakukan eksperimen, terutama selama pandemi Covid-19. Kurangnya kemampuan guru dalam menggunakan teknologi laboratorium virtual dan peralatan laboratorium sekolah yang tidak memadai menjadi kendala utama. PKMI bertujuan untuk melatih guru-guru ini merancang media praktikum sains berbasis Physics Education Technology (PhET) Simulation. Pelatihan yang diadakan pada tanggal 7 Oktober 2022 di Laboratorium Komputer SMP Negeri 1 Anggaberu ini diikuti oleh 19 peserta. Metode pelatihan meliputi tiga tahap: perencanaan (Plan), pelaksanaan (Do), dan refleksi (See). Analisis awal menunjukkan bahwa 78,9% peserta belum pernah menggunakan PhET untuk praktikum sains. Setelah pelaksanaan PKMI, 78,9% peserta menganggap materi pelatihan sangat membantu dalam mengatasi masalah praktikum sains. Selain itu, 73,7% menganggap materi pelatihan sangat sesuai dengan kebutuhan pengajaran sains saat ini. Kemampuan peserta dalam merancang eksperimen berbasis PhET dikategorikan sangat baik (52,6%), baik (31,6%), dan cukup baik (15,8%). Respon peserta terhadap pelaksanaan PKMI sangat positif, dengan 78,9% menyatakan sangat puas. Keberhasilan ini didukung oleh kemampuan tim PKM dalam membimbing peserta, yang dinilai sangat mampu oleh 84,2% peserta.

Kata Kunci: Guru IPA, Media Praktikum, Physics Education Technology

Training Junior High School Science Teachers to Design Practical Media Based on Physics Education Technology in Konawe Regency

Abstract

The internal community partnership program (PKMI) from LPPM UHO addresses issues faced by junior high school science teachers in Konawe Regency, who rarely conduct experiments, especially during the Covid-19 pandemic. Teachers' lack of ability to use virtual laboratory technology and insufficient school laboratory equipment were significant obstacles. PKMI aimed to train these teachers to design science practical media based on Physics Education Technology (PhET) Simulation. The training, held on October 7, 2022, at SMP Negeri 1 Anggaberu's Computer Laboratory, involved 19 participants. The method included three stages: planning (Plan), implementation (Do), and reflection (See). Initial analysis showed that 78.9% of participants had never used PhET for science practicums. After PKMI implementation, 78.9% of participants found the training material very helpful in addressing science practicum issues. Additionally, 73.7% deemed the training material highly suitable for current science teaching needs. Participants' ability to design PhET-based experiments was categorized as very good (52.6%), good (31.6%), and quite good (15.8%). The participants' response to PKMI implementation was overwhelmingly positive, with 78.9% expressing high satisfaction. This success is attributed to the PKM team's capability, rated very capable by 84.2% of participants.

Keywords: Science Teachers, Practical Media, Physics Education Technology (PhET)

How to Cite: Takda, A., Anas, M., Hunaidah, H., Erniwati, E., Galib, L. M., Sukariasih, L., & Syarifuddin, S. (2024). Pelatihan Guru IPA SMP Mendesain Media Praktikum Berbasis Physics Education Technology Di Kabupaten Konawe. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, 6(2), 399–407. <https://doi.org/10.36312/sasambo.v6i2.2017>



<https://doi.org/10.36312/sasambo.v6i2.2017>

Copyright© 2024, Takda et al

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) License.



PENDAHULUAN

Salah satu ciri pengelolaan pembelajaran IPA yang berkualitas di sekolah adalah terciptanya proses pembelajaran yang memperhatikan karakteristik dari mata pelajaran IPA sebagai produk, proses, dan sikap ilmiah. Oleh karena itu, dalam pembelajaran IPA, kegiatan praktikum merupakan ciri khas yang terintegrasi dalam setiap proses pembelajaran (Depdiknas, 2002).

Pelaksanaan eksperimen mutlak dilakukan oleh guru IPA dalam mengelola pembelajarannya. Beberapa manfaat dari kegiatan eksperimen adalah membangkitkan motivasi belajar siswa, menjadi wahana belajar pendekatan ilmiah untuk melatih sejumlah Keterampilan Proses Sains (KPS) sebagai dasar untuk melatih keterampilan abad 21.

Pada saat pandemic Covid-19 pelaksanaan praktikum dalam pembelajaran IPA di sekolah sangat terganggu, praktikum di laboratorium otomatis tidak dapat dilakukan sebagaimana mestinya, padahal praktikum dalam pembelajaran IPA sangat diperlukan untuk membantu guru dan siswa dalam membuktikan teori dan konsep.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Askam (2021) terhadap pelaksanaan pembelajaran IPA SMP di Kabupaten Konawe sebelum pandemi diperoleh bahwa sebagian besar guru belum melaksanakan eksperimen IPA, apalagi pada saat Pandemi-Covid-19 guru-guru IPA sama sekali belum siap melaksanakan praktikum IPA secara daring. Hal ini disebabkan guru mengalami kesulitan dalam merancang praktikum virtual karena keterbatasan pengetahuan dan keterampilan penggunaan teknologi *virtual laboratory*.

Praktikum IPA secara virtual menjadi salah satu solusi agar kegiatan praktikum dalam pembelajaran IPA tetap dapat dilaksanakan, meskipun keterbatasan alat-alat atau KIT IPA yang dimiliki oleh sekolah. *Virtual lab* memiliki peran penting dalam melaksanakan praktikum di saat pandemi dan new normal. Dengan *virtual lab*, praktikum dapat terlaksana dengan aman, dapat dilakukan dengan cepat karena waktu yang digunakan sangat fleksibel, dan dapat dilakukan dimana saja (Mu'minah, I. H., 2022).

Sebagai upaya untuk mengatasi masalah terkait pelaksanaan praktikum IPA SMP baik pada masa Pandemic Covid-19 maupun pada masa new normal adalah melalui Program Kemitraan Masyarakat Internal dari Universitas Halu Oleo (PKMI-UHO) tahun 2022 yang dilaksanakan melalui kemitraan yang saling menguntungkan dengan Kepala SMPN 1 Anggaberu sebagai Mitra 1 dan Kepala SMPN 2 Abuki sebagai Mitra 2 sehingga yang menjadi khalayak sasaran dari kegiatan ini adalah guru-guru IPA SMP di Kabupaten Konawe.

Kegiatan yang dilakukan dalam program kemitraan ini adalah melaksanakan pelatihan bagi guru IPA SMP di Kabupaten Konawe untuk mendesain media praktikum IPA berbasis teknologi *virtual laboratory PhET Simulation*. Kelebihan PhET adalah dapat melakukan eksperimen secara daring dan luring sehingga sangat membantu guru dan siswa dalam melaksanakan eksperimen terutama pada daerah-daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh signal internet.

METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan program PKMI-UHO tahun 2022, dilakukan secara bermitra atau berkolaborasi dengan Kepala SMPN 1 Anggaberu sebagai Mitra 1 dan Kepala SMPN 2 Abuki sebagai Mitra 2. Peran Mitra 1 dan Mitra 2 adalah memberikan data-data tentang permasalahan riil yang dihadapi oleh guru-guru IPA dalam mengelola pembelajaran IPA pada tingkat SMP di Kabupaten Konawe. Kedua mitra berkoordinasi dengan ketua MGMP IPA Kabupaten Konawe untuk menentukan guru-guru yang ikut dalam program PKMI-UHO tahun 2022.

Agar pelaksanaan kemitraan ini lebih terarah, maka dilaksanakan dalam tiga tahap kegiatan, dimulai dari perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi/refleksi. Pada tahap perencanaan, kegiatan yang dilakukan adalah Tim PKMI menyiapkan materi pelatihan dan beberapa contoh desain eksperimen IPA, menyiapkan master program PhET Simulasi, berkoordinasi dengan Kepala SMPN 1 Anggaberu untuk menyiapkan laboratorium komputer sebagai tempat pelaksanaan pelatihan, melakukan penginstalan program PhET simulasi pada komputer yang akan digunakan peserta, dan menyiapkan undangan bagi peserta dan kepada Kepala Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten konawe.

Pada tahap pelaksanaan, dimulai dengan melakukan kegiatan pelatihan selama satu hari yaitu tanggal 7 Oktober 2022 bertempat di Laboratorium Komputer SMP Negeri 1 Anggaberu yang diikuti oleh 19 peserta yang berasal dari guru-guru IPA SMP se Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara. Pelaksanaan pelatihan secara tatap muka dengan kegiatan: (1) Tim PKMI memberikan penjelasan singkat berkaitan dengan kompetensi pedagogik yang harus dimiliki seorang guru untuk menghadapi tantangan abad 21, salah satunya adalah keterampilan memanfaatkan media Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam mengelola pembelajaran. Menguraikan pentingnya laboratorium termasuk laboratorium virtual sebagai tempat melakukan eksperimen dalam pembelajaran IPA di sekolah, (2) Tim PKM mengarahkan cara membuka laman website pada <https://phet.colorado.edu/in/> untuk mendownload master program PhET simulasi yang selanjutnya menginstal pada komputer jika akan digunakan sebagai eksperimen virtual secara *offline*, namun jika ingin melakukan eksperimen virtual secara online, maka dapat secara langsung menjalankan program PhET tersebut, (3) Tim PKMI memodelkan cara mengoperasikan teknologi *virtual laboratory PhET Simulation*, memperkenalkan fitur-fitur, topik eksperimen IPA, dan mendesain eksperimen. Pemberian bimbingan kepada peserta untuk membuka Program PhET sebagai latihan awal melaksanakan eksperimen pada salah satu konsep IPA (Listrik Dinamis), (4) Tim PKMI memberikan bimbingan kepada setiap kelompok terutama pada

kelompok yang masih mengalami kendala, (5) Tim PKMI memberikan pelatihan lanjutan kepada peserta untuk bekerja secara mandiri mendesain eksperimen IPA pada materi yang lain dengan durasi waktu paling lama dua minggu, kemudian file hasil kerja peserta dikirimkan kepada Tim PKMI untuk dinilai.

Pada tahap evaluasi dan refleksi, beberapa kegiatan yaitu: (1) Tim PKMI memberikan umpan balik terhadap langkah-langkah dalam melakukan eksperimen yang masih belum optimal dan masih mengalami kendala, (2) Tim PKMI memberikan angket kepada peserta pelatihan terkait respon dan tanggapan setelah mengikuti kegiatan pelatihan, dan (3) Tim PKMI menilai hasil desain eksperimen IPA berbasis PhET Simulasi yang peserta telah buat dalam pelatihan lanjutan.

Adapun indikator keberhasilan kegiatan PKMI ini adalah: (1) adanya peningkatan kemampuan peserta dalam mendesain eksperimen IPA berbasis PhET Simulasi, dan (2) adanya respon positif peserta setelah mengikuti kegiatan pelatihan PKMI.

HASIL DAN DISKUSI

Program Kemitraan Masyarakat Internal UHO (PKMI-UHO) tahun 2022 khususnya dari Jurusan Pendidikan Fisika FKIP dengan kegiatan pelatihan untuk mendesain media praktikum berbasis *Physics Education Technology* (PhET) *Simulation* bagi guru-guru IPA SMP di Kabupaten Konawe. Tim PKMI yang terlibat dalam kegiatan ini berjumlah 5 orang dari Tim dosen, dan 1 orang dari mahasiswa. Kegiatan PKMI ini diikuti oleh guru-guru IPA SMP se Kabupaten Konawe yang dilaksanakan selama satu hari (pelatihan awal) yaitu tanggal 7 Oktober 2022 bertempat di Laboratorium Komputer SMP Negeri 1 Anggaberi yang kemudian dilanjutkan pada pelatihan lanjutan (mandiri) paling lama 7 hari terhitung setelah melakukan kegiatan pelatihan awal. Peserta yang mengikuti pelatihan ini berjumlah 19 yang terdistribusi dari semua guru IPA SMPN se-Kabupaten Konawe.

Pada pelaksanaan kegiatan pelatihan awal secara tatap muka dengan terlebih dahulu tim PKM memberikan penjelasan singkat berkaitan dengan kompetensi pedagogik yang harus dimiliki seorang guru untuk menghadapi tantangan abad 21, yaitu keterampilan memanfaatkan media TIK dalam mengelola pembelajaran. Selanjutnya menguraikan secara singkat pentingnya laboratorium termasuk laboratorium virtual sebagai tempat melakukan eksperimen dalam pembelajaran IPA di sekolah.



Gambar 1. Arahan Kepala Dikbud Kab. Konawe saat Pembukaan

Setelah kegiatan penyampaian materi selesai, aktivitas selanjutnya adalah tim PKM mengarahkan bagaimana cara membuka website pada <https://phet.colorado.edu/in/> yang selanjutnya mendownload master program PhET simulasi. Langkah selanjutnya adalah mengisntal pada komputer (PC) agar dapat digunakan sebagai eksperimen virtual secara offline, namun jika ingin melakukan eksperimen virtual secara online, maka dapat secara langsung menjalankan program PhET tersebut.



Gambar 2. Proses Penyajian Materi Pelatihan oleh Ketua Tim yang Didampingi Salah Satu Anggota Tim PKMI

Kegiatan selanjutnya adalah Tim PKMI memodelkan cara mengoperasikan PhET *Simulation*, dengan memperkenalkan fitur-fitur, menentukan topik eksperimen IPA dan memulai berlatih mendesain eksperimen. Pemberian bimbingan kepada peserta untuk membuka Program PhET sebagai latihan awal untuk melaksanakan eksperimen pada salah satu konsep IPA yaitu Listrik Dinamis.



Gambar 3. Tim PKMI sedang Memberikan Bimbingan Kepada Peserta tentang Eksperimen IPA Berbasis PhET

Pada tahap kegiatan evaluasi dan refleksi, Tim PKM memberikan umpan balik terhadap langkah-langkah dalam melakukan eksperimen IPA yang belum optimal dan masih mengalami kendala. Kegiatan berikutnya adalah

memberikan angket kepada peserta pelatihan terkait respons dan tanggapan setelah mengikuti kegiatan pelatihan awal.



Gambar 4. Salah satu kelompok menayangkan hasil desain eksperimen IPA berbasis PhET Simulation

Setelah peserta telah mahir dalam mengerjakan pelatihan awal, maka dilanjutkan dengan pelatihan lanjutan dengan kegiatan eksperimen IPA dengan mengubah variabelnya. Tahap akhir dari kegiatan PKM ini adalah Tim PKM menilai produk hasil desain eksperimen IPA berbasis PhET Simulasi. Adapun kemampuan dan respon peserta dalam mendesain eksperimen IPA berbasis PhET simulasi dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penilaian Pelaksanaan PKMI-UHO

No	Aspek Penilaian	(%)	Kat
1.	Kemampuan peserta mendesain dan melaksanakan eksperimen IPA berbasis PhET	52.6	SM
		31.6	M
		15.8	CM
2.	Kemampuan TIM PKMI membimbing peserta melaksanakan eksp PhET	84.2	SM
		10.5	M
		5.3	CM
3.	Respon peserta terhadap kepuasan kegiatan pelatihan PKMI	78.9	SP
		15.8	P
		5.3	CP
4.	Materi pelatihan sesuai kebutuhan guru dalam pemb IPA saat ini	73.7	SS
		21.1	S
		5.3	CS
5.	Materi pelatihan membantu guru IPA dalam mengatasi masalah keterlaksanaan praktikum IPA di sekolah	78.9	SM
		15.8	M
		5.3	CM

Ket:

SM = sangat mampu, M = Mampu, CM = cukup mampu, SP = sangat puas, P = puas, CP = cukup puas, SS = sangat sesuai, S = sesuai, CS = cukup sesuai, SM = sangat membantu, M = membantu, dan CM = cukup membantu

Desain eksperimen IPA berbasis *PhET Simulation* yang telah berhasil didesain oleh guru-guru IPA SMP Negeri di Kabupaten Konawe sebagai peserta PKMI-UHO tahun 2022 yaitu pada konsep Induksi Elektromagnetik, dan Rangkaian Listrik AC dan DC.

Berdasarkan hasil analisis terhadap kemampuan awal peserta PKMI-UHO dalam menggunakan media teknologi virtual untuk melakukan praktikum pembelajaran IPA hanya sebesar 25,32% dari 19 peserta yang pernah menggunakan media teknologi dalam pembelajaran, seperti Canva, Google Classroom, namun hanya di download dari internet, dan terbatas beberapa materi saja. Selanjutnya terkait dengan melakukan praktikum dengan media teknologi *Laboratory virtual* seperti PhET Simulation hanya 26,32 % dari 19 peserta yang pernah menggunakan media teknologi yang pernah menggunakan PhET Simulasi namun hanya sampai pada pengenalan saja. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pada umumnya guru-guru IPA SMP di Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara memiliki kompetensi dalam memanfaatkan media teknologi laboratorium virtual termasuk PhET *simulation* dalam melakukan eksperimen IPA (Darmaji dkk, 2023). Oleh karena itu, sangat penting bagi guru-guru IPA SMP di Kabupaten Konawe untuk diberikan pelatihan pemanfaatan media laboratorium virtual dalam melakukan eksperimen IPA agar pembelajaran IPA yang dikelola guru menjadi lebih inovatif dan berkualitas yang sesuai dengan karakteristik IPA yaitu sebagai produk, proses, dan nilai.

Kegiatan pengabdian dari PKMI-UHO dari jurusan Pend. Fisika FKIP, diawali dengan pemodelan materi pengantar mengenai guru profesional dan media pembelajaran kemudian dilanjutkan latihan terstruktur penggunaan aplikasi PhET simulasi dalam melakukan eksperimen IPA, seperti eksperimen pada materi Kelistrikan dan dilanjutkan dengan tanya jawab. Berbagai pertanyaan diajukan secara antusias oleh para peserta dalam sesi tanya jawab. Antusias peserta juga terlihat pada saat kegiatan latihan penggunaan *software* PhET simulasi, dimana peserta juga aktif mengajukan pertanyaan saat proses praktek (Arifin. dkk, 2022). Secara garis besar inti dari pertanyaan yang diajukan oleh peserta adalah: “*Kenapa elektron mengarah dari negatif ke positif sedangkan arus listrik mengalir dari tinggi ke rendah?*”

Pada eksperimen *PhET Simulation* pada Konsep Kelistrikan, peserta dapat mengamati gerakan elektron dalam sebuah penghantar yang dapat menghantarkan arus listrik yang ditandai dengan adanya lampu yang menyala. Demikian juga mengamati arah arus konvensional yang berlawanan dengan arah gerak elektron diluar sumber tegangan. Dalam eksperimen tersebut, peserta secara interaktif dapat membuat rangkaian sesuai yang mereka inginkan, rangkaian seri, paralel, atau gabungan. Peserta juga dapat mengukur arus dan tegangan yang mengalir dalam rangkaian. Selain itu, dalam melakukan eksperimen dalam PhET Simulasi, peserta juga dapat mengidentifikasi variabel-variabel eksperimen (variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol), sehingga peserta dapat merumuskan hipotesis hubungan antara tegangan dengan arus listrik atau hubungan antara hambatan dengan arus listrik. Hal lainnya yang nampak selama proses pelatihan dan pembimbingan adalah semua peserta memberikan pernyataan bahwa materi yang disampaikan dalam PKMI-UHO sangat membantu guru-guru IPA dalam melakukan praktikum IPA.

Melalui praktikum IPA dengan bantuan PhET simulasi ini dapat memudahkan peserta meningkatkan pengetahuan dan pemahaman terhadap konsep IPA (Selly. Dkk, 2023). Hal ini didukung oleh adanya kemampuan dan kepercayaan diri dari Tim PKMI-UHO dalam membimbing

dan memfasilitasi peserta dalam melakukan latihan eksperimen IPA dengan menggunakan aplikasi PhET Simulasi.

Setelah berlangsungnya proses pembimbingan oleh Tim PKMI-UHO kepada guru-guru IPA SMP di Kabupaten Konawe dalam mendesain dan melaksanakan praktikum IPA berbasis PhET Simulasi, nampak bahwa semua peserta sangat antusias dalam mengikuti kegiatan. Nampak pula bahwa guru-guru IPA yang selama ini mengalami kendala dalam melakukan eksperimen IPA pada topik kelistrikan akhirnya menjadi sangat senang dan antusias karena mereka dapat secara mandiri melakukan latihan eksperimen meskipun hanya melalui simulasi virtual, namun tidak mengurangi makna bahwa IPA adalah pengetahuan konten, proses dan sikap.

PKMI-UHO merupakan program pengabdian pada masyarakat dalam bentuk pelatihan dan pembimbingan pemanfaatan media pembelajaran PhET Simulasi sebagai media Praktikum bagi guru-guru SMPN di Kabupaten Konawe yang telah dilaksanakan diharapkan dapat menambah pengetahuan, keterampilan dan lebih percaya diri dalam menjalankan profesinya. Guru akan lebih semangat dan termotivasi untuk mengembangkan diri. Hasil pelatihan ini akan bermanfaat bagi sekolah, proses belajar mengajarnya akan lebih menarik dengan digunakannya media pembelajaran yang lebih bervariasi. Di samping itu dengan adanya pelatihan pengembangan media pembelajaran ini akan menambah keterampilan guru dalam menyiapkan perangkat pembelajarannya khususnya dalam pelaksanaan kegiatan praktikum sehingga akan meningkatkan kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran IPA sesuai karakter dari IPA.

KESIMPULAN

Setelah guru-guru IPA se Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara yang telah mengikuti pelatihan mendesain eksperimen IPA berbasis *PhET Simulation* dari PKMI-UHO dapat disimpulkan bahwa peserta telah memiliki pengetahuan dan kemampuan mendesain media praktikum IPA berbasis *PhET Simulation* secara umum sudah berada pada kategori baik. Selain itu, peserta telah memberikan respon positif sebesar 78,9% terhadap pelaksanaan pelatihan.

REKOMENDASI

Saran yang dapat diberikan terkait hasil dari kegiatan pelatihan ini adalah: (1) bagi peserta, diharapkan dapat menerapkan desain eksperimen IPA berbasis PhET Simulasi yang telah disusunnya dalam pembelajaran yang dikelolanya, (2) bagi peserta, diharapkan dapat membuat desain eksperimen IPA pada materi materi lainnya sesuai kurikulum IPA SMP sehingga membantu guru dalam mengatasi kendala pelaksanaan eksperimen IPA di sekolah, dan (3) bagi Kepala Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Konawe, agar memprogramkan kegiatan pelatihan dan pendampingan bagi guru-guru IPA SD atau guru IPA SMP untuk mendesain dan melaksanakan eksperimen IPA berbasis PhET Simulasi sehingga kualitas pembelajaran IPA di sekolah semakin baik ke depannya.

ACKNOWLEDGMENT

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pemberi dana pengabdian Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM) UHO dan seluruh guru-guru IPA SMPN 1 Anggaberu selaku mitra yang telah membantu pelaksanaan pengabdian.

REFERENCES

- Arifin, M. M., Prastowo, S. B., & Harijanto, A. (2022). Efektivitas penggunaan simulasi phet dalam pembelajaran online terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(1), 16-27.
- Askam (2021), *Analisis Pelaksanaan Pembelajaran IPA di SMP pada Masa Pandemi Covid-19 di Kabupaten Konaawe*. Thesis Magister Pendidikan IPA PPs Universitas Halu Oleo. Tidak dipublikasikan.
- Budhu, M. (2002). *Virtual Laboratories for Engineering Education*. Paper Presented at International Conference on Engineering Education. Manchester, U.K. Agustus, p.18-21.
- Darmaji, D., Purwaningsih, S., Lestari, N., Riantoni, C., & Falah, H. S. (2023). Pelatihan PhET Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Kompetensi Guru IPA Dalam Merancang Kegiatan Pembelajaran. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(2), 739-745.
- Finkelstein, et.al. (2005). *When Learning About the Real World Is Better Done Virtually: A Study of Substituting Computer Simulations for Laboratory Equipment*. *Physics Education Research*. APS (1) 1– 8. Free Download PhET Software Interactive dari University of Colorado at Boulder Simulation: <http://phet.colorado.edu>.
- Laia Khusnah, (2020), *Persepsi guru IPA SMP/MTs terhadap Praktikum IPA selama Pandemi Covid-19*. *Science Education and Application Journal (SEAJ)*. Program Studi Pendidikan IPA Universitas Islam Lamongan. Vol.2 No. 2., September 2020. Diakses pada <http://jurnalpendidikan.unisla.ac.id/index.php/SEAJ>
- Mu'minah, I. H. (2022). PENGARUPENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI PRAKTIKUM VIRTUAL LAB BERBASIS OLABS (ONLINE LABORATORY) TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA. *Indonesian Journal Of Community Service*, 2(1), 99-107.
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, et. al (2006). *PhET: Interactive simulations for Teaching and Learning Physics*. The Physics Teacher Vol. 44 Januari 2006.
- Selly, J. B., & Tafuli, D. E. (2023). PENGGUNAAN MEDIA PHET SIMULATION MATERI LISTRIK DINAMIS TERHADAP MOTIVASI BELAJAR IPA SISWA KELAS IX SMP NEGERI SATAP OEUSAPI-AMANUBAN BARAT. *HINEF: Jurnal Rumpun Ilmu Pendidikan*, 2(1), 11-16.
- UNESCO Office in Bangkok: *ICT in Education*. <http://www.unescobkk.org/education/ict/>.