

Received : 11 July 2023
Revised : 10 August 2023
Accepted : 14 August 2023
Online : 21 August 2023
Published : 31 December 2023

PELATIHAN PEMANFAATAN PHET *INTERACTIVE SIMULATIONS* SEBAGAI SARANA PRAKTIKUM DALAM PEMBELAJARAN PADA MASA PANDEMI COVID-19 BAGI GURU MGMP IPA MTS KABUPATEN SLEMAN

Widodo Setiyo Wibowo^{1*}, Allesius Maryanto², Sabar Nurohman³, Laifa Rahmawati⁴

^{1,2,3,4}Departemen Pendidikan IPA Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta. Jl. Colombo No. 1 Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹widodo_setiyo@uny.ac.id, ²allesius_maryanto@uny.ac.id,
³sabar_nurohman@uny.ac.id, ⁴laifa.rahmawati@uny.ac.id

*Penulis korespondensi

Abstract

Practicum activities cannot be separated from science learning. However, in online learning, this is not easy to do. Therefore, this community service activity aims to train the ability of science teachers to use PhET *Interactive Simulations* as a practical tool in learning science in the era of learning from home (BDR) due to the Covid-19 pandemic. The subjects were the science teachers of MTs/ junior high school in Sleman Regency Special Distric of Yogyakarta. This activity was carried out virtually using video conferencing and e-learning media, and was attended by 27 participants. Generally, the stages of the program include preparation, implementation and evaluation. Evaluation data were collected using questionnaires and product assessment sheets and analyzed using descriptive statistics. The results shows that the trainees are able to use PhET Interactive Simulations in conducting science lab work virtually. It can be seen from the increase in knowledge about the basics of PhET, the ability to download and install PhET, operate PhET, and compile worksheets to apply PhET. The results hopefully help science teacher in improving science learning quality in study from home program.

Keywords: COVID-19; PhET Interactive Simulations; Science Learning; Training; Virtual lab

Abstrak

Kegiatan praktikum tidak dapat dilepaskan dalam pembelajaran IPA. Akan tetapi dalam pembelajaran secara daring, hal ini tidak mudah untuk dilakukan. Oleh karenanya, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk melatih kemampuan guru-guru IPA dalam menggunakan PhET Interactive Simulations sebagai sarana praktikum dalam pembelajaran IPA di era belajar dari rumah (BDR) akibat pandemi Covid-19. Khalayak sasaran dalam kegiatan ini adalah guru-guru IPA anggota Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) IPA MTs Kabupaten Sleman DIY. Kegiatan ini dilaksanakan secara virtual dengan media video conferencing dan e-learning, serta diikuti oleh 27 guru. Tahapan-tahapan kegiatan ini meliputi persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Data evaluasi dikumpulkan dengan angket dan lembar penilaian produk dan dianalisis secara statistik deskriptif. Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa

guru-guru IPA telah mampu menggunakan PhET Interactive Simulations sebagai sarana praktikum dalam pembelajaran IPA secara daring. Hal ini terlihat dari peningkatan pengetahuan tentang dasar-dasar PhET, kemampuan mendownload dan menginstall PhET, mengoperasikan PhET, serta menyusun worksheets untuk mengaplikasikan PhET. Hasil pelatihan diharapkan dapat membantu para guru dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di era BDR.

Kata Kunci: COVID-19; pelatihan; pembelajaran IPA; PhET *Interactive Simulations*; *virtual lab*

1. PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) atau sains merupakan suatu rangkaian konsep-konsep yang berkaitan dan berkembang berdasarkan hasil eksperimen dan observasi (Carin, 1993). Bersandar pada pendapat ini, maka seharusnya IPA dibelajarkan dengan melibatkan aktivitas eksperimen dan observasi, tidak semata *transfer of knowledge*. Melalui aktivitas eksperimen dan observasi, peserta didik dapat secara langsung berinteraksi dengan fakta, objek, maupun gejala dan fenomena ilmiah untuk dapat membangun pengetahuan yang bermakna.

Namun di tengah pemberlakuan kebijakan pembelajaran daring akibat pandemi Covid-19, proses pembelajaran IPA secara umum masih berjalan kurang optimal karena belum dijalankan sesuai dengan hakikatnya. Pembelajaran IPA masih banyak didominasi dengan aktivitas transfer pengetahuan saja. Studi Rasyidiana (2021) menunjukkan bahwa pada pembelajaran IPA di era daring ini guru banyak menggunakan media Whatsapp (WA) Group untuk menjalankan pembelajaran. Media ini memang dapat memfasilitasi guru untuk mengirimkan materi dalam bentuk teks, gambar, media Power Point (PPT) atau video, akan tetapi belum mampu memunculkan interaksi dua arah secara

optimal. Dibanding dengan media WA, sebenarnya sarana *video conferencing* seperti Google Meet atau Zoom juga dapat digunakan agar interaksi pembelajaran menjadi dua arah. Akan tetapi salah satu kendala yang dihadapi adalah kekurangsiapan guru dalam berhadapan dengan teknologi baru yang selama ini tidak pernah dijumpai (Sholichin et al., 2021). Selama masa pandemi, guru-guru juga sangat jarang melakukan praktikum dalam pembelajaran IPA. Mereka beranggapan bahwa hal ini tidak mungkin dilakukan dalam mode pembelajaran daring (Khusnah, 2020). Sebenarnya, kegiatan praktikum secara mandiri yang dikerjakan oleh peserta didik di rumah masing-masing merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan para guru (Wahyuningtias et al., 2021). Akan tetapi, hal ini sering terkendala keterbatasan alat dan bahan yang ada. Selain itu, ada beberapa kegiatan praktikum yang melibatkan alat dan bahan yang berbahaya sehingga membutuhkan pengawasan agar keselamatan kerja peserta didik dapat terjaga. Dengan berbagai kendala ini akhirnya pembelajaran IPA belum dapat berjalan dengan optimal.

Berbagai permasalahan tersebut juga dihadapi oleh guru-guru anggota MGMMP IPA MTs Kabupaten Sleman.

Hal ini terkonfirmasi melalui wawancara pendalaman masalah yang telah dilakukan. Untuk mengatasi hal ini, maka guru-guru IPA perlu dibekali kemampuan dalam memanfaatkan teknologi *virtual laboratory (vlab)* sebagai sarana dalam menjalankan praktikum di pembelajaran daring. *Vlab* merupakan suatu program komputer yang mensimulasikan kegiatan eksperimen yang memudahkan peserta didik untuk memahami kaitan antara aspek teori dan aspek praktikal. *Vlab* dikembangkan sebagai alat pembelajaran komputerisasi efektif yang dapat menyimulasi kegiatan eksperimen nyata dengan teknik virtual termasuk kegiatan eksperimen *hand-on* dan demonstrasi (Babateen & Huda, 2011).

Salah satu *vlab* yang paling populer dan banyak digunakan adalah Physics Education and Technology (PhET) Interactive Simulation. PhET dikembangkan sejak tahun 2002 dan terus berkembang hingga saat ini telah menghasilkan berbagai simulasi berbasis java, flash, ataupun html dalam bidang sains baik Fisika, Kimia, Biologi, Ilmu Kebumihan, maupun Matematika. Seluruh produk simulasi ini dapat diakses secara gratis baik dalam versi daring melalui alamat

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/new> dan *offline* melalui situs <http://phet.colorado.edu/en/get-phet/full-instal> (Perkins et al. 2006). Simulasi ini dapat dijalankan baik pada sistem operasi windows, mac, maupun linux.

Penggunaan media simulasi PhET dalam proses pembelajaran memiliki

beberapa kelebihan, antara lain: (a) menyajikan informasi mengenai proses atau konsep fisika yang cukup kompleks, (b) bersifat mandiri, karena memberi kemudahan dan kelengkapan isi sehingga pengguna bisa menggunakan tanpa bimbingan orang lain, (c) menarik perhatian peserta didik sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar di dalam kelas, (d) dapat digunakan secara luring baik ketika di kelas ataupun di rumah. (Finkelstein et al., 2006). Mengingat begitu banyaknya manfaat dan keunggulan dari PhET ini, maka penting bagi para guru untuk menguasainya melalui pelatihan ini. Dengan demikian, tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah meningkatkan kemampuan guru IPA dalam menggunakan PhET sebagai sarana praktikum dalam pembelajaran daring.

2. TINJAUAN LITERATUR

Permasalahan utama yang terjadi pada pembelajaran IPA di era daring adalah adanya kesulitan guru untuk mengajarkan IPA sesuai dengan hakikatnya. Menurut Newton (2008), "*science is a way of thinking and working to understand the world or nature*". Oleh karenanya, seharusnya pembelajaran IPA ditekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk membangun kemampuan dalam mengeksplorasi dan memahami lingkungan sekitar secara ilmiah melalui aktivitas inkuiri (Depdiknas, 2008). Namun karena pembelajaran dilakukan secara jarak jauh, para guru tidak memungkinkan untuk mengajak peserta didik melakukan praktikum secara langsung di lab sekolah. Guru sebenarnya

telah mencoba memberikan kegiatan praktikum dalam bentuk proyek mandiri dan dilakukan di rumah peserta didik masing-masing namun hal ini belum optimal karena keterbatasan sarana yang tersedia dan faktor keselamatan kerja lab.

Mengacu pada kondisi ini sebenarnya para guru dapat memanfaatkan kemajuan teknologi digital dalam dunia pendidikan. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah media video sebagaimana hasil studi Kardiman et al. (2021). Melalui media ini guru dapat mengemas kegiatan praktikum riil kedalam bentuk video sehingga peserta didik dapat mengamati prosedur dan fenomena yang disajikan. Akan tetapi dengan kemasan seperti ini, aspek *hands on activity* peserta didik kurang terasah. Teknologi lain yang juga dapat digunakan adalah *remote laboratories*. Melalui teknologi ini kegiatan praktikum dapat dilakukan secara jarak jauh. Guru dapat menjalankan praktikum ini di sekolah sementara peserta didik dapat memperoleh data dari rumah masing-masing (Kustija & Jayanto, 2022). Akan tetapi, untuk menjalankan *remote laboratories* ini diperlukan teknologi yang tidak sederhana dan bisa jadi sekolah belum memiliki sarana dan peralatannya.

Alternatif teknologi lain yang dapat digunakan adalah *virtual laboratory* sebagaimana hasil studi Jannah, Khamidinal, & Suprihatiningrum (2022). Woodfield et al. (2005) mengemukakan bahwa *vlab* merupakan sarana yang dapat digunakan melakukan simulasi

lingkungan dan kegiatan lab sebagaimana dalam lab sesungguhnya. Melalui virtual lab kegiatan praktikum dapat dilakukan dengan karakteristik sebagai berikut: a) *Compress time*, b) *Slow down processes*, c) *Get student involves*, d) *Make experimentation safe*, e) *Make impossible possible*, f) *Save money and other resources*, g) *Allow repetition with variations*, dan h) *Allow observation of complex processes* (Alessi & Trollip dalam Roblyer & Doerir, 2010). Penggunaan *vlab* memberikan berbagai dampak positif. Hasil penelitian Tuysuz (2010) mengungkapkan bahwa penerapan *vlab* dapat meningkatkan prestasi belajar dan sikap ilmiah jika dibandingkan dengan metode tradisional. Lebih dari itu, *vlab* juga mampu mengasah kemampuan *thinking skill* peserta didik karena dapat memperkaya pengalaman belajar mereka (Brinson, 2015).

Saat ini ada banyak virtual lab yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran, di antaranya PhET Interactives Simulations, Physics – Experiment for High School and Collage, Physics Lab, Microscope, Volt Lab, Physic Virtual Lab, MEL VR Science Simulations, 3D Biology+, Anatomix – Human Anatomy, dan CHEMIST – Virtual Chem Lab (Indriani, 2021). Namun dari sekian banyak alternatif tersebut, PhET Interactives Simulations adalah salah satu yang paling populer dan cocok untuk digunakan dalam pembelajaran IPA SMP. PhET menyediakan berbagai simulasi berbasis java, flash, ataupun html 5 dalam berbagai materi IPA

sehingga guru memiliki keleluasaan untuk memilih dan menggunakannya.

Simulasi PhET dikembangkan untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep IPA secara visual melalui penggunaan grafik dinamis yang dapat menghidupkan model visual dan konseptual seperti yang digunakan oleh para fisikawan (Wieman et al., 2010). Selain itu, pengembangan PhET juga bertujuan untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam penemuan konsep sains melalui penyelidikan (*inquiry*). Hal ini dapat memfasilitasi peserta didik untuk belajar secara mandiri sehingga terjadi perubahan kognitif secara maksimal (NRC, 1999).

Penggunaan PhET dalam pembelajaran dapat memberikan berbagai dampak positif. Penerapan PhET mampu membuat peserta didik terlibat dalam aktivitas eksplorasi sehingga dapat belajar lebih banyak dan lebih dalam mengenai suatu konsep sehingga dapat meningkatkan hasil belajarnya (Nurhayati, Fadilah & Mutmainnah, 2014). Selain itu, penggunaan PhET juga dapat menurunkan miskonsepsi pada peserta didik (Suhandi, 2009).

3. METODE PELAKSANAAN

Kalayah sasaran dalam kegiatan pelatihan ini adalah guru-guru IPA anggota MGMP IPA MTs Kabupaten Sleman DIY. Kegiatan pelatihan diselenggarakan dengan paradigma pembelajaran andragogis. Hal ini mengingat para peserta merupakan orang dewasa yang sebenarnya telah memiliki

pengetahuan dan pengalaman yang cukup memadai. Secara umum, pelatihan ini dilakukan melalui tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Kegiatan koordinasi antara tim pengabdian dengan mitra, penentuan jadwal dan tempat, penyiapan sarana dan materi pelatihan dilakukan pada tahap persiapan. Pada tahap pelaksanaan, secara praktis, metode pelatihan yang digunakan adalah:

- a. Metode curah pendapat digunakan sebagai pembuka pelatihan. Peserta diajak untuk bereksplorasi tentang kendala yang dihadapi dalam menjalankan pembelajaran IPA pada masa *daring* dan sejauh mana solusi yang dilakukan untuk mengatasinya.
- b. Metode Diskusi digunakan untuk memperkaya pengetahuan peserta terkait *vlab* dan PhET *Interactive Simulations* sebagai sarana menjalankan praktikum secara virtual dalam pembelajaran IPA. Tim pengabdian mempresentasikan materi kemudian dilanjutkan dengan diskusi dan tanya jawab terkait topik-topik penting yang perlu mendapat penekanan pada materi ini.
- c. Metode Demonstrasi digunakan untuk membimbing peserta dalam menggunakan PhET *Interactive Simulations*.
- d. Workshop digunakan untuk memfasilitasi para guru dalam melakukan analisis kurikulum untuk menentukan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi, dan tujuan pembelajaran yang akan membutuhkan adanya PhET sebagai sarana

praktikum. Selanjutnya, peserta menyusun *worksheets* untuk menerapkan PhET dalam pembelajaran daring.

Tahap evaluasi dilakukan dengan mengukur beberapa aspek kemampuan peserta. Tolak ukur keberhasilan kegiatan dilakukan dengan melihat kemampuan peserta dalam menggunakan PhET yang meliputi indikator: 1) pengetahuan tentang dasar-dasar PhET, 2) kemampuan mendownload dan menginstall PhET, 3) kemampuan mengoperasikan PhET, 4) kemampuan menyusun *worksheets* untuk mengaplikasikan PhET. Indikator 1-3 diukur menggunakan angket, sementara indikator 4 diukur dengan menggunakan lembar penilaian produk. Semua data dianalisis secara statistik deskriptif. Pelatihan dianggap memiliki hasil yang baik jika peserta mendapatkan persentase pencapaian pada masing-masing indikator minimal 75%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian telah dilaksanakan pada hari Jumat tanggal 4, 11, dan 18 Juni 2021 dan diikuti oleh 27 guru-guru IPA MTs se-Kabupaten Sleman. Dengan mempertimbangkan kondisi pandemi COVID-19, maka acara dijalankan secara daring melalui Google Meet untuk kegiatan secara *synchronous* dan *e-learning* untuk kegiatan secara *asynchronous*. Tampilan *e-learning* pelatihan dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara umum, ada tiga tahap yang telah dilaksanakan dalam kegiatan ini, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, serta evaluasi. Pada tahap persiapan, tim pengabdian mengadakan koordinasi

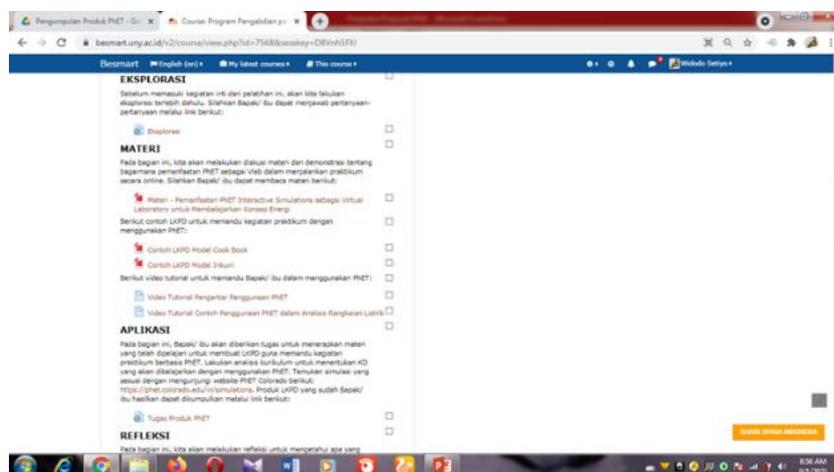
internal untuk mendiskusikan gambaran pelatihan yang akan dijalankan seperti susunan materi, pemateri, dan pengembangan modul workshop, instrumen evaluasi, serta *e-learning*. Selain itu, tim pengabdian juga melakukan koordinasi dengan koordinator mitra untuk penentuan jadwal, peserta, serta mekanisme pelatihan yang akan dilaksanakan.

Tahap pelaksanaan merupakan inti dari kegiatan pengabdian ini. Mengingat para peserta merupakan para guru (orang dewasa) yang telah memiliki pengetahuan awal dan pengalaman yang cukup memadai, maka kegiatan workshop diselenggarakan dengan paradigma pembelajaran andragogis. Sesuai dengan rancangan kegiatan yang telah di susun, kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dengan kegiatan sosialisasi materi, demonstrasi dan praktik penggunaan PhET *Interactive Simulations*, serta workshop pengembangan perangkat pembelajaran untuk mendukung implementasi PhET *Interactive Simulations* dalam praktikum IPA secara daring. Sementara itu, kegiatan penilaian dilakukan pada tahap evaluasi. Sosialisasi materi bertujuan agar para guru memperoleh pengayaan pengetahuan sebagai bekal dalam mengikuti aktivitas pelatihan berikutnya. Berbagai metode seperti curah pendapat, diskusi, dan juga ceramah digunakan dalam kegiatan ini. Untuk mengawali materi, curah pendapat dilakukan untuk menggali pengetahuan awal peserta. Mereka diajak bereksplorasi tentang kendala yang dihadapi dalam

menjalankan pembelajaran IPA pada masa pembelajaran daring serta sejauh mana guru memanfaatkan teknologi digital, khususnya PhET *Interactive Simulations* dalam pembelajaran IPA. Berdasarkan hasil curah pendapat, selanjutnya peserta diberikan materi pengantar tentang media virtual laboratories dan PhET *Interactive Simulations*.

Setelah peserta memiliki pengetahuan yang cukup terkait materi-materi tersebut, kegiatan dilanjutkan dengan demonstrasi oleh tim pengabdian terkait bagaimana melakukan *download*, melakukan *install*, mengenali berbagai fitur dan fasilitas dalam PhET *Interactive Simulations*, serta menggunakannya dalam kegiatan praktikum. Salah satu aktivitas pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 2. Sembari tim pengabdian mendemonstrasikan, peserta secara mandiri mempraktikkan setiap tahap yang dicontohkan pada perangkat masing-masing.

Setelah tahap demonstrasi, kegiatan dilanjutkan dengan workshop pengembangan *worksheets* untuk mengimplementasikan PhET *Interactive Simulations* dalam pembelajaran IPA secara daring. Selama kegiatan workshop ini, tim pengabdian secara bergantian membimbing dan memandu peserta. Hal ini dilakukan untuk membantu peserta jika mengalami kendala/ kesulitan dalam proses pengembangan *worksheets*. *Worksheets* yang telah dikembangkan kemudian direview oleh tim dan diberikan saran dan masukan untuk perbaikan. Berdasarkan hasil review ini, peserta melakukan revisi dan finalisasi guna menghasilkan *worksheets* berbasis PhET *Interactive Simulations* yang siap diimplementasikan dalam pembelajaran. Selanjutnya, peserta diharapkan mempraktikkan *worksheets* tersebut dalam kegiatan praktikum IPA di kelas masing-masing.



Gambar 1. Tampilan *screenshot* dari *e-learning* pelatihan

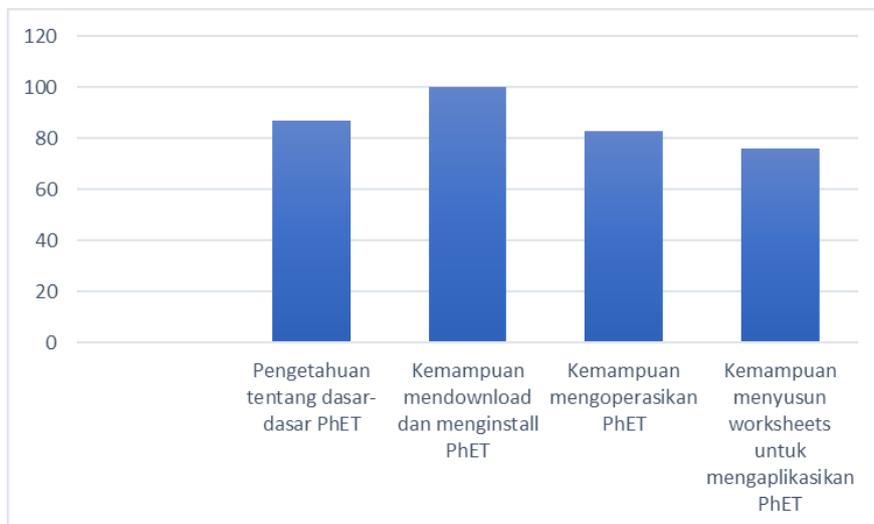


Gambar 2. Kegiatan demonstrasi penggunaan PhET *Interactive Simulations*

Tahap akhir dari kegiatan ini adalah evaluasi. Peserta diberikan angket untuk mengetahui respon mereka terhadap kegiatan yang telah dijalankan pada beberapa aspek. Angket ini menggunakan skala 4 (1 = tidak setuju, 2 = kurang setuju, 3 = cukup setuju, dan 4 = setuju) dimana guru dapat memberikan tingkat persetujuan pada beberapa pernyataan yang diungkapkan. Peserta juga dapat memberikan tanggapan secara terbuka terkait kelebihan dan kelemahan kegiatan. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk menentukan

keberhasilan kegiatan pelatihan ini. Selain itu, peserta juga diminta untuk mengumpulkan produk pelatihan yang berupa *worksheets* berbasis PhET yang telah dikembangkan untuk dinilai kualitasnya.

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, dapat dinyatakan bahwa pelatihan ini telah berhasil mencapai tujuan yang diharapkan. Hal ini dapat dilihat dari pencapaian peserta pada 4 indikator tolok ukur yang ditetapkan seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skor pencapaian kemampuan peserta dalam menggunakan PhET

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa secara umum peserta telah memiliki pengetahuan dasar-dasar PhET, dibuktikan dengan skor pencapaian sebesar 87. Peserta juga telah mampu *download* dan *install* PhET di perangkat masing-masing sehingga skor pencapaiannya adalah 100. Dalam hal mengoperasikan PhET, sebagian besar peserta juga telah mampu melakukan dengan baik, hanya ada sebagian kecil yang masih membutuhkan bimbingan intensif sehingga skor untuk aspek ini adalah 83. Skor pencapaian terendah adalah dalam hal kemampuan menyusun *worksheets*, di mana sekitar 7 peserta mengalami kendala dalam penyelesaian tugas ini karena berbarengan dengan berbagai tagihan tugas di sekolah masing-masing. Akan tetapi, secara umum kemampuan ini masih mendapatkan skor 76 yang berarti masih di atas standar yang ditetapkan yaitu 75.

Hasil angket juga menunjukkan bahwa peserta memberikan respon yang positif terhadap kegiatan pelatihan ini. Mereka menyatakan bahwa alur kegiatan pelatihan dapat diikuti dengan baik, materi pelatihan juga disampaikan secara jelas dan mudah dipahami. Selain itu, peserta juga berharap agar kegiatan-kegiatan pelatihan semacam ini dapat terus dijalankan di periode-periode berikutnya.

Hasil yang dicapai dalam kegiatan pelatihan juga bersesuaian dengan beberapa kegiatan yang serupa. Pelatihan yang dilakukan Hidayah, Sukarmin, & Lutfi (2017) menunjukkan bahwa melalui metode persiapan, pelaksanaan, dan

evaluasi, kegiatan ini mampu meningkatkan kemampuan peserta dalam menggunakan *vlab* ChemLab. Hasil pelatihan Suryandari, Destiara, & Singgih (2022) juga menunjukkan bahwa melalui kegiatan penyuluhan, pelatihan, dan pendampingan peserta mampu memanfaatkan platform digital pembelajaran pada ILS Go-Lab yang terintegrasi dengan virtual laboratory. Pelatihan yang dilakukan Irdalisa et al. (2021) juga menunjukkan bahwa pelatihan penggunaan *vlab* Rumah Belajar dan Labster mendapatkan respon yang positif dari peserta karena sangat membantu tugas mereka dalam menjalankan pembelajaran IPA di masa pandemi Covid-19.

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa kegiatan pelatihan telah mampu meningkatkan kemampuan peserta dalam menggunakan PhET sebagai sarana praktikum secara daring. Hal ini terlihat dari pengetahuan peserta tentang dasar-dasar PhET, kemampuan dalam *download* dan *install* PhET, kemampuan mengoperasikan PhET, serta kemampuan menyusun *worksheets* untuk mengaplikasikan PhET, yang semuanya telah mencapai skor di atas 75. Agar kemampuan peserta semakin berkembang maka perlu diadakan tindak lanjut pelatihan untuk meningkatkan kemampuan guru dalam menyusun *online worksheets*. Hal ini dapat memudahkan penerapan praktikum daring dan juga meningkatkan kemampuan kolaborasi

peserta didik meskipun dengan aktivitas daring.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ardiman K, Tukan MB, Baunsele AB. 2021. Pengembangan Video Pembelajaran Berbasis Praktikum Dalam Pembelajaran Daring Materi Titration Asam Basa Kelas XI SMAN 5 Pocoranaka. *Jurnal Beta Kimia*. 1(1): 22-28.
- Babateen & Huda M. 2011. The Role of Virtual Lab In Science Education. 5th International Conference on Distance Learning and Education. 12: 100- 104.
- Brinson JR. 2015. Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research. *Computers & Education*. 87: 218-237.
- Carin AA. 1993. *Teaching Science through Discovery 7th Edition*. New York: Macmillan Pub Co.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Pembelajaran IPA Terpadu SMP/MTs*. Jakarta: Puskur-Balitbang Depdiknas.
- Finkelstein ND et al. 2006. Hightech Tools for Teaching Physics: The Physics Education Technology Project. *Merlot Journal of Learning and Teaching*. 2(3): 1-20.
- Hidayah R, Sukarmin, Lutfi A. 2017. Pelatihan Penggunaan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran Kimia Bagi Guru di MGMP Kimia Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal ABDI*. 2(2): 87 – 90.
- Indriani D. 2021. 10 Virtual Laboratorium yang Layak Dicoba Pecinta Sains. Diakses dari <https://geotimes.id/opini/10-virtual-laboratorium-yang-layak-dicoba-pecinta-sains/> pada 7 Agustus 2023.
- Irdalisa, Amirullah G, Yarza HN, Fuadi TM, Ivianasti M. 2021. Pelatihan Penggunaan Laboratorium Virtual Bagi Guru IPA. *SURYA ABDIMAS*. 5(4): 427 – 433.
- Jannah FF, Khamidinal, Suprihatiningrum J. 2022. Pengembangan Media Virtual Lab sebagai Alternatif Praktikum Kimia dalam Pembelajaran Daring di Masa Pandemi COVID-19. *JIPK*. 16(2): 97-113.
- Khusnah L. 2020. Persepsi Guru IPA SMP/MTs terhadap Praktikum IPA Selama Pandemi COVID-19. *Science Education and Application Journal*. 2(2): 112.
- Kustija J, Dwi Jayanto N. 2022. IoT Implementation for Development of Remote Laboratory (Case Study on Microscope Practice). *Reka Elkomika*. 3(1): 20–29.
- National Research Council. 1999. *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. National Academy Press: Washington, DC.
- Newton DP. 2008. *A practical guide to teaching science in the secondary school*. New York: Routledge Taylor & Francis Group.

- Nurhayati, Fadilah S & Mutmainnah. 2014. Penerapan Metode Demonstrasi Berbantuan Media Animasi Software PhET terhadap Hasil Belajar Siswa dalam Materi Listrik Dinamis Kelas X Madrasah Aliyah Negeri 1 Pontianak. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Aplikasinya*. 4(2): 1-7.
- Perkins K et al. 2006. PhET: *Interactive Simulations* for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*. 44(1): 18- 23.
- Rasyidiana H. 2021. Problematika Pembelajaran Daring Pada Mata Pelajaran Sains (IPA) Tingkat Dasar Di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Basicedu*. 5(4): 1709-1716.
- Roblyer MD & Doerir AH. 2010. *Integrating Education Technology into Teaching* (5th ed). USA: Pearson Inc.
- Sholichin M, Zulyusri, Lufri, Razak A. 2021. Analisis Kendala Pembelajaran Online Selama Pandemi Covid-19 Pada Mata Pelajaran IPA di SMPN 1 Bayung Lencir. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*. 07(02): 163-168.
- Suhandi A. 2009. Efektivitas Penggunaan Media Simulasi Virtual pada Pendekatan Pembelajaran Konseptual Interaktif dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Meminimalkan Miskonsepsi. *Jurnal Pengajaran MIPA*. 13(1): 35-47.
- Suryandari, Destiara M, Singgih S. 2022. Pelatihan Laboratorium Virtual Go-Lab dalam Mendukung Merdeka Belajar. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 3(1): 1523-1533.
- Tuysuz C. 2010. The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1): 37–53.
- Wahyuningtias ED, Fauziah HN, Kusumaningrum AC, Rokmana AW. 2021. Ide Guru IPA dalam Melaksanakan Praktikum di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*. 1(2): 129-137.
- Wieman C et al. 2010. Teaching Physics Using PhET Simulation. *The Physics Teacher*. 48(4): 225-227.
- Woodfield BF et al. 2005. The Virtual ChemLab Project: A Realistic and Sophisticated Simulation of Organic Synthesis and Organic Qualitative Analysis. *Journal of Chemical Education*. 82(11): 1728-1735.