Pendampingan Penggunaan Simulasi Interaktif PhET Bagi Guru IPA SMA Muhammadiyah 1 Di Kota Pekanbaru Sebagai Solusi Inovatif Pembelajaran Pada Masa Pandemi

[1]Yulia Fitri, [2]Novia Gesriantuti, [1]Shabri Putra Wirman, [1]Delovita Ginting, [1]Neneng Fitrya, [1]Sri Fitria Retnawaty, [2]Elsie, [1]Romi Fadli Syahputra, [2]Israwati Harahap, [2]Yeeri Badrun, [2]Nopripa Herlina, [1]Laras Sita Widara, [1]Sri Mulyani, [1]Viviana Lubis
[1]Program Studi Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau
[2]Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau
Corresponding email : yuliafitri@umri.ac.id

Abstract

SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru is a secondary educational institution overseen by the Assembly of Basic and Secondary Education (Dikdasmen) of the Muhammadiyah Regional Leadership in the city of Pekanbaru. Based on the findings from interviews conducted with the Principal and Science Teachers of SMA MUTU Pekanbaru regarding science education, a number of issues were identified. These issues encompass challenges encountered by science teachers at SMA MUTU Pekanbaru, such as the absence of suitable alternative media that align with the fundamental competencies required to enhance science learning. Additionally, it was observed that the proficiency of teachers in utilizing multimedia technology for science education remains inadequate. The objective of the service activity conducted at SMA MUTU Pekanbaru is to engage in PkM, or Community Service and Empowerment, through the provision of partner support through PhET interactive simulations. This novel approach aims to address the challenges posed by the pandemic, both in offline and online learning environments. The use of PhET interactive simulations as an innovative learning solution for science instructors at SMA Muhammadiyah 1 in Pekanbaru city during the pandemic has been progressing effectively, receiving favorable feedback, and contributing to the enhancement of teachers' competencies and self-assurance. During the training session, the teachers exhibited a high level of enthusiasm. The participants actively engaged in the workshop, as well as during the mentoring sessions. They demonstrated their active involvement by posing questions pertaining to the supplied content. Furthermore, a considerable number of participants expressed their interest in obtaining additional resources outside the scope of the provided module. Several markers of accomplishment in this training program encompass the augmentation of teachers' comprehension about intensive simulation.

Keywords: *interactive simulation, PhET, science, virtual laboratory*

Abstrak

SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru merupakan salah satu institusi sekolah menengah atas yang dikelola oleh Majelis Pendidikan Dasar dan Menengah (Dikdasmen) Pimpinan Daerah Muhammadiyah kota Pekanbaru. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sekolah dan Guru IPA SMA MUTU Pekanbaru tentang pembelajaran IPA ditemukan beberapa permasalahan yang dihadapi guru mata pelajaran IPA SMA MUTU Pekanbaru diantaranya: belum ada media alternatif yang tepat, relevan dengan kompetensi dasar untuk mendukung pembelajaran IPA dan kemampuan guru dalam memanfaatkan teknologi multimedia dalam pembelajaran IPA masih kurang. Kegiatan Pengabdian di SMA MUTU Pekanbaru ini dilaksanakan dalam bentuk pendampingan mitra menggunakan simulasi interaktif PhET sebagai solusi inovatif pembelajaran pada masa pandemi

doi: https://doi.org/10.37859/jpumri.v8i1.5626

secara luring dan daring. Pendampingan penggunaan simulasi interaktif PhET bagi guru IPA SMA Muhammadiyah 1 di kota Pekanbaru sebagai solusi inovatif pembelajaran pada masa pandemi sudah dilaksanakan dan berjalan lancar serta memperoleh respons yang positif. Kegiatan ini mampu meningkatkan keterampilan dan rasa percaya diri guru. Selama pelatihan berlangsung, guru-guru antusias dan berperan aktif selama workshop maupun pendampingan, selain itu mereka juga aktif bertanya mengenai materi yang di paparkan, bahkan banyak peserta yang meminta materi diluar modul yang disediakan. Beberapa indikator keberhasilan dalam pelatihan ini diantaranya meningkatnya pemahaman guru tentang simulasi interaktif PhET, mampu menggunakan simulasi interaktif PhET, serta terjadinya peningkatan kualitas dan profesionalisme guru.

Kata Kunci: *simulasi interaktif, PhET, IPA, Virtual Laboratory*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu dan teknologi menjadi dasar yang sangat kuat dan penting bagi perkembangan dan kemajuan suatu bangsa. Pesatnya kemajuan di bidang ilmu dan teknologi berdampak pula pada dunia pendidikan. Salah satu cabang ilmu yang menunjang perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi adalah Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). IPA memiliki potensi yang besar dan peranan yang strategis dalam menyiapkan sumber daya manusia yang berkualitas untuk menghadapi era industrial dan era globalisasi. Potensi ini dapat terwujud jika mata pelajaran IPA mampu memberikan pengalaman belajar kepada siswa sesuai dengan tuntutan zaman. Oleh sebab itu, proses pembelajaran di sekolah menjadi sorotan penting untuk meningkatkan SDM yang berkualitas. IPA merupakan pelajaran yang berorientasi pada fakta, konsep, prinsip, generalisasi, selalu berkembang dan berlaku global. Kegiatan pembelajaran IPA yang harus diterapkan sekarang ini tidak lagi berorientasi pada transfer ilmu, tetapi lebih menekankan pada peran siswa menemukan sendiri ilmu tersebut. Dengan demikian, fokus pembelajaran IPA tidak lagi pada pencapaian pengetahuan (aspek kognitif), tetapi juga pada pencapaian sikap (aspek afektif) dan keterampilan (aspek psikomotor). Berdasarkan hal tersebut, tugas guru adalah meningkatan pengetahuan, sikap, dan keterampilan siswa secara sekaligus [1].

Pandemi COVID-19 yang terjadi di Indonesia mengakibatkan perubahan sistem pembelajaran secara menyeluruh. Pembelajaran dilakukan sepenuhnya tatap muka di kelas harus berubah menjadi Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) atau daring. Penyebaran COVID-19 di wilayah Indonesia termasuk kota Pekanbaru sampai saat ini belum menunjukkan tanda-tanda penurunan, justru tren yang terjangkit semakin meningkat. Penyelenggarakan proses pembelajaran secara daring, diharapkan dapat menekan rantai penularan COVID-19 dan meminimalisir resiko serta dampak yang ditimbulkan akibat penularan COVID19 [2,3].

SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru merupakan salah satu institusi sekolah menengah atas yang dikelola oleh Majelis Pendidikan Dasar dan Menengah (Dikdasmen) Pimpinan Daerah Muhammadiyah kota Pekanbaru. SMA Muhammadiyah 1 (SMA MUTU) Pekanbaru beralamat di Jl. KH. Ahmad Dahlan No. 90, Kelurahan Kampung Melayu, Kecamatan Sukajadi, Kota Pekanbaru. Pembelajaran yang dilakukan selama pandemi ini di SMA MUTU Pekanbaru secara daring menggunakan *Google Classroom* atau *Google Meet*. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sekolah dan Guru IPA SMA MUTU Pekanbaru tentang pembelajaran IPA ditemukan beberapa permasalahan diantaranya, Proses pembelajaran IPA masih berpusat pada guru. Guru mengevaluasi peserta didik dengan cara

memberi latihan/tugas soal *online* setelah memaparkan materi dan memberi contoh soal. Motivasi belajar dan aktivitas di dalam kelas siswa untuk mata pelajaran IPA sangat rendah, sehingga hasil belajar kognitif siswa seperti hasil ulangan harian dan ujian tengah semester siswa yang masih rendah dan sebagian hasil siswa belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM).

Peningkatan kompetensi guru merupakan salah satu upaya untuk mengembangkan kualitas guru dan berujung pada kualitas pendidikan. Selain kompetensi guru, media pembelajaran juga penting dalam proses pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran yang tepat akan membantu guru dalam menyampaikan pembelajaran dan mencapai keberhasilan tujuan pembelajaran yang diharapkan. Penggunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat meningkatkan minat, motivasi, dan penguasaan konsep terhadap suatu bahasan (materi) yang bersifat abstrak, dan sulit untuk dipahami oleh siswa. Mata Pelajaran IPA merupakan salah satu mata pelajaran yang memerlukan media pembelajaran untuk menunjukan fenomena dan konsep-konsep yang abstrak, sehingga sulit dipahami bila hanya dijelaskan secara verbal atau melalui gambar visualnya.

Pada masa pandemi seperti sekarang ini perlu adanya inovasi pembelajaran secara daring khususnya untuk mata pelajaran IPA. Suatu media pembelajaran IPA yang mampu menumbuhkan ketertarikan siswa dan memudahkan siswa dalam memahami materi-materi IPA diperlukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Perkembangan dunia teknologi dan informasi yang semakin pesat dapat memberikan alternatif bagi pendidik untuk menggunakan berbagai media pembelajaran. Model pembelajaran IPA yang dibutuhkan adalah model pembelajaran yang interaktif, inspiratif, menyenangkan dan menantang sehingga dapat meningkatkan kreativitas dan kemandirian siswa. Menurut Masita et al. [4] salah satu model pembelajaran yang tepat untuk mata pelajaran IPA adalah Simulasi *Physics Education and Technology* (PhET). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan media simulasi PhET dapat meningkatkan hasil belajar dan motivasi belajar siswa.

Media simulasi ini kembangkan oleh Katherin Perkins dkk dari Universitas Colorado Amerika Serikat. Simulasi PhET ini dibuat dalam bentuk *Java* atau *Flash* sehingga dapat dijalankan langsung dari situs *web* menggunakan *browser web* standar [5]. Simulasi PhET menyediakan konten-konten materi pembelajaran untuk mata pelajaran IPA yang dapat diakses oleh guru dan siswa. Media simulasi PhET bisa diakses secara online maupun *offline* serta bisa diakses melalui PC (*Personal Computer*) maupun *smartphone*. Media simulasi PhET secara efektif digunakan untuk membantu guru dan siswa dalam mempelajari konsep fisika [6,7]. Penelitian lain tentang penggunaan media simulasi PhET berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar kimia pada materi bentuk molekul [8,9]. Penggunaan simulasi interaktif PhET mempengaruhi motivasi belajar dan pemahaman konsep IPA [10,11,12].

Berdasarkan uraian analisis situasi di atas, maka permasalahan yang dihadapi guru mata pelajaran IPA SMA MUTU Pekanbaru diantaranya : belum ada media alternatif yang tepat, relevan dengan kompetensi dasar untuk mendukung pembelajaran IPA dan kemampuan guru dalam memanfaatkan teknologi multimedia dalam pembelajaran IPA masih kurang. Dua permasalahan pokok yang diidentifikasi di sekolah mitra di atas belum pernah dicoba untuk dicarikan solusi sehingga permasalahan ini akan terus dihadapi oleh guru. Dua permasalahan pokok di atas selanjutnya menjadi fokus yang dipecahkan dalam

doi: https://doi.org/10.37859/jpumri.v8i1.5626

p-ISSN : 2550-0198
e-ISSN : 2745-3782

kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini.

Tujuan kegiatan Pengabdian di SMA MUTU Pekanbaru ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru-guru tentang media pembelajan IPA yang inovatif, selain itu guru-guru diharapkan juga dapat mengimplementasikan media pembelajaran IPA yang inovatif dalam proses pembelajaran. Manfaat pelaksanaan kegiatan pengabdian yang dilaksanakan di SMA MUTU Pekanbaru diantaranya, pelatihan penggunaan media pembelajaran IPA yang inovatif diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru-guru tentang pengembangan media pembelajaran. Implementasi media pembelajaran yang inovatif dalam proses pembelajaran IPA diharapkan akan meningkatkan aktivitas kelas, mempermudah penguasaan materi, siswa lebih kreatif dalam proses pembelajaran, kritis dalam menghadapi persoalan, memiliki keterampilan sosial dan mencapai hasil pembelajaran yang lebih optimal. Universitas Muhammadiyah Riau (UMRI) memiliki pengalaman dan sumberdaya untuk membantu mitra dalam mengatasi permasalahan melalui solusi yang ditawarkan.

METODE PENGABDIAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini merupakan Hibah Riset Muhammadiyah yang diselenggarakan oleh Majelis Pendidikan Tinggi Penelitian dan Pengembangan Pimpinan Pusat Muhammadiyah. Mitra PkM ini adalah guru-guru IPA SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru. PkM yang dilaksanakan berupa pendampingan mitra menggunakan simulasi interaktif PhET sebagai solusi inovatif pembelajaran pada masa pandemi secara luring dan daring.

Uraian dari tahap-tahap pelaksanaan Kegiatan PkM sebagai berikut :

A. Persiapan

Tahap persiapan ada beberapa langkah yang akan dilakukan :

1. Pembentukan TIM PkM
   Tahapan awal PkM dimulai pembentukan TIM PkM. Pada diskusi awal maka dirumuskan anggota PkM terdiri dari 1 orang Ketua dan 3 orang Anggota serta 4 orang Mahasiswa.
2. Mencari dan Menentukan Mitra
   Pencarian mitra dilakukan dengan beberapa kali survei ke beberapa lokasi dan wawancara langsung dengan kepala sekolah calon mitra. Melalui rapat awal tim dihasilkan keputusan bahwa yang akan dijadikan mitra pada program PkM kali ini adalah SMA MUTU Pekanbaru
3. Eksplor Permasalahan di tempat mitra
   Berdasarkan wawancara yang dilakukan ada beberapa permasalahan yang dihadapi oleh mitra diantaranya terkait sistem pembelajaran daring, praktikum selama pandemik, dan pengelolaan keuangan sekolah, namun setelah mempertimbangkan dan didiskusikan maka masalah yang akan dicarikan solusinya adalah terkait sistem pembelajaran daring untuk mata pelajaran IPA.
4. Persiapan Workshop
   Setelah permasalahan pembelajaran daring untuk mata pelajaran IPA diputuskan untuk dicarikan solusinya maka tahapan selanjutnya adalah mempersiapkan segala sesuatu kebutuhan yang akan digunakan dalam kegiatan PkM.
   a. TIM PkM menyusun pedoman penggunaan aplikasi PhET
   b. Koordinasi tim PkM dengan Kepala Sekolah SMA MUTU Pekanbaru.

B. Pelaksanaan *Workshop*

1. *Workshop* untuk guru
   a. *Download* dan *install* simulasi PhET di Laptop/PC/Android
   b. Pengantar dan pengenalan simulasi PhET
   c. Komponen pengetahuan akan diberikan materi ajar konsep dasar media dan dasar-dasar pemrograman Simulasi PhET.
   d. Komponen keterampilan pembuatan media pembelajaran IPA dengan simulasi PhET akan
   e. diberikan panduan pembuatan media simulasi PhET.
2. *Workshop* untuk siswa
   a. *Download* dan *install* simulasi PhET Laptop/PC/Android
   b. Pengantar dan pengenalan simulasi PhET
   b. Pendampingan implementasi simulasi interaktif PhET Guru Fisika di kelas
   c. Pendampingan implementasi simulasi interaktif PhET Guru Biologi di kelas
   d. Pendampingan implementasi simulasi interaktif PhET Guru Kimia di kelas

C. Evaluasi

Metode Evaluasi dilakukan untuk memeriksa proses perjalanan program PkM sekaligus menguraikan fakta-fakta perubahan yang harus dilakukan di dalam program tersebut. Misalnya adalah keefektifan, efisiensi dan kemenarikan suatu program. Bentuk evaluasi yang dilakukan adalah dengan melihat tercapai atau tidaknya tujuan dari setiap kegiatan. Selain itu evaluasi juga dilakukan terhadap kesesuaian perencanaan jadwal dengan realisasinya. Setelah program PkM ini selesai diharapkan kepada mitra agar konsisten untuk tetap menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama program PkM.

Keberlanjutan program PkM dapat dilakukan berdasarkan kesimpulan dari hasil evaluasi program pelatihan virtual laboratory pembelajaran IPA SMA, keputusan yang diambil diantaranya merevisi program, merevisi modul karena ada bagian-bagian yang kurang sesuai dengan harapan. Melanjutkan program, karena pelaksanaan program menunjukkan segala sesuatunya sudah berjalan dengan harapan. Menyebarluaskan program, karena program tersebut sudah berhasil dengan baik maka sangat baik jika dilaksanakan lagi di tempat dan waktu yang lain. Apabila implementasi virtual laboratory pembelajaran IPA SMA tersebut dianggap berhasil, maka SMA MUTU Pekanbaru akan menjadi contoh untuk pengembangan pembelajaran IPA di SMA-SMA lainnya di wilayah Pekanbaru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendampingan penggunaan simulasi interaktif PhET bagi guru IPA SMA Muhammadiyah 1 di kota Pekanbaru sebagai solusi inovatif pembelajaran pada masa pandemi. Sebelum pelaksanaan PkM, tim melakukan persiapan workshop diantaranya menyusun pedoman penggunaan aplikasi PhET, kemudian melakukan koordinasi dengan kepla sekolah SMA MUTU Pekanabaru. Koordinasi tentang kegiatan PkM yang akan dilaksanakan, seperti: Jenis kegiatan, sasaran kegiatan, peserta, tempat dan waktu pelaksanaan. Pada kegiatan koordinasi ini juga ditinjau tempat kegiatan pelatihan dan pendampingan. Kepala Sekolah diharapkan dapat membantu pelaksana dalam menyiapkan prasarana dan sarana penunjang pelaksanaan kegiatan pelatihan.

Gambar 1. Persiapan Workshop TIM PkM

Kegiatan PkM dibuka oleh Dekan FMIPA dan Kesehatan UMRI. Kegiatan ini dihadiri oleh guru-guru IPA SMA

doi: https://doi.org/10.37859/jpumri.v8i1.5626

p-ISSN : 2550-0198
e-ISSN : 2745-3782

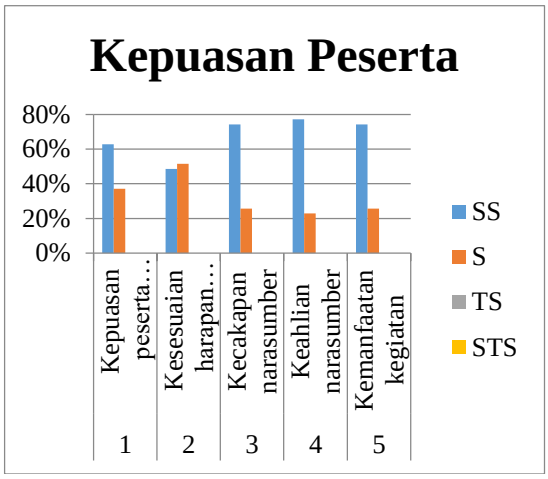
MUTU Pekanbaru berjumlah 13 orang. Kegiatan workshop menggunakan simulasi PhET bagi guru dilaksanakan selama 2 hari pada tanggal 29-30 November 2022. Pada tanggal 1 Desember 2022 dilaksanakan workshop bagi siswa-siswa kelas XII SMA MUTU Pekanbaru, yang diwakilkan oleh 25 orang siswa.

Gambar 2. Pelaksanaan Workshop bagi guru-guru IPA SMA MUTU Pekanbaru

Pada pelaksanaan PkM ini ditemukan bahwa guru-guru IPA maupun siswa-siswa SMA MUTU Pekanbaru belum pernah melaksanakan praktikum secara daring. Peserta workshop juga belum mengenal aplikasi *virtual laboratory* seperti yang digunakan pada saat pengabdian yaitu simulasi PhET.

Gambar 3. Pelaksanaan Workshop bagi siswa-siswa kelas XII SMA MUTU Pekanbaru

Evaluasi kegiatan PkM pendampingan penggunaan simulasi interaktif PhET bagi guru IPA SMA Muhammadiyah 1 di kota Pekanbaru sebagai solusi inovatif pembelajaran pada masa pandemik dengan menggunakan kuisioner kepuasan. Hasil evaluasi menunjukkan hal positif diantaranya peserta berperan aktif selama workshop berlangsung, peserta berperan aktif selama pendampingan, peserta aktif bertanya mengenai materi yang di paparkan, peserta banyak meminta materi diluar modul yang disediakan.



Gambar 4. Kepuasan Peserta Terhadap Kegiatan PkM Pendampingan Penggunaan Simulasi Interaktif PhET

Gambar 4 merupakan hasil kuisioner kepuasan peserta terhadap kegiatan PkM pendampingan penggunaan simulasi interaktif PhET. Untuk kepuasan peserta terhadap pencapaian kegiatan ini Sangat Setuju (SS) sebanyak 63% dan 37% Setuju (S). kecakapan narasumber dan kemanfaatan kegiatan, peserta memberikan nilai kepuasan yang sama yaitu 74% Sangat Setuju (SS) dan selebihnya Setuju (S). 77% peserta sangat setuju keahlian narasumber dalam kegiatan PkM ini. Untuk kesesuaian harapan peserta, 49% Sangat Setuju (SS) dan Setuju sebesar 51%.

Tabel 1. Tanggapan Peserta peserta terhadap kegiatan PkM pendampingan penggunaan simulasi interaktif PhET

No	Kategori	SS	S	TS	STS
1	Pelatihan ini sangat bermanfaat bagi saya	66%	34%	0%	0%
2	Pelatihan ini mengasah keterampilan saya menggunakan PhET Simulation	69%	31%	0%	0%

No	Kategori	SS	S	TS	STS
3	PhET Simulation ini membantu saya memahami materi lebih baik lagi	71%	29%	0%	0%
4	Saya merasa lebih kritis setelah mengikuti pelatihan	54%	40%	6%	0%
5	Pelatihan ini menambah wawasan dan pengetahuan saya	83%	17%	0%	0%

Tanggapan peserta terhadap kegiatan PkM pendampingan penggunaan simulasi interaktif PhET dapat dilihat pada Tabel 1. 66% peserta sangat setuju workshop ini sangat bermanfaat dan workshop ini dapat mengasah keterampilan peserta menggunakan PhET Simulation 69% sangat setuju dan 31% setuju. Untuk membantu memahami materi 71% peserta sangat setuju dan 29% setuju. Mengikuti workshop ini peserta merasa lebih kritis sebesar 94% sangat setuju dan setuju, sedangkan 6% peserta menjawab tidak setuju. 100% peserta menjawab kegiatan PkM ini menambah wawasan dan pengetahuan, 83% sangat setuju dan 17% setuju.

SIMPULAN

Pendampingan penggunaan simulasi interaktif PhET bagi guru IPA SMA Muhammadiyah 1 di kota Pekanbaru sebagai solusi inovatif pembelajaran pada masa pandemi berjalan lancar, memperoleh respons yang positif, mampu meningkatkan keterampilan dan rasa percaya diri guru. Selama pelatihan berlangung, guru-guru antusias, peserta berperan aktif selama workshop berlangsung, peserta berperan aktif selama pendampingan, peserta aktif bertanya mengenai materi yang di paparkan, peserta banyak meminta materi diluar modul yang di sediakan. Beberapa indikator keberhasilan dalam pelatihan ini diantaranya meningkatnya pemahaman guru tentang simulasi interaktif PhET, mampu menggunakan simulasi interaktif PhET, peningkatan kualitas dan profesionalisme guru.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kegiatan PKM dilaksanakan dengan dana yang diberikan oleh Majelis Pendidikan Tinggi Penelitian dan Pengembangan Pimpinan Pusat Muhammadiyah. Dukungan moril yang diberikan oleh Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Muhammadiyah Riau dan Dosen-dosen dan mahasiswa-mahasiswa FMIPA dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Riau serta semua pihak yang tidak dapat kami tuliskan satu persatu. Kami mengucapkan terima kasih, semoga keberkahan selalu tercurah untuk kita semua.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Saputra, R., Susilawati, S. and Verawati, N. N. S. P. Pengaruh Penggunaan Media Simulasi Phet *(Physics Education Technology*) Terhadap Hasil Belajar Fisika, Jurnal Pijar MIPA, Vol. 15, No. 2. 2020.

[2] Kemdikbud. Kepmendikbud Nomor 719/P/2020 tentang Pedoman Pelaksanaan Kurikulum pada Satuan Pendidikan dalam Kondisi Khusus, www.kemdikbud.go.id. 2020.

[3] Handayani, N. L., Sulisworo, D., Ishafi. Pemanfaatan *Google Classroom* pada Pembelajaran IPA Jarak Jauh untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Peserta Didik. Jurnal Pendidikan Fisika, Vol. 9, No. 1. 2021.

[4] Masita, S. I., Donuata P. D., Ete A. A., Rusdin, M. E. Penggunaan Phet Simulation Dalam Meningkatan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik, Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika, Vol. 5 No. 2. 2020.

doi: https://doi.org/10.37859/jpumri.v8i1.5626

[5] Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., LeMaster R. PhET: *Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics*. The Physics Teacher, Vol. 44. 2006.
[6] Adimayuda, R., Sari, L., Ismail, A., Amalia, F., Gumilar, S., Samsudin A., *Assessing two-dimensional collisions second-years students using PhET simulations on momentum and impulse concept*. Journal of Physics: Conference Series. 2021.
[7] Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., Jamal. PhET: Simulasi Interaktif dalam Proses Pembelajaran Fisika, Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, Vol. 5, No. 1. 2020.
[8] Aziza, A. N. Pengaruh Media Simulasi PhET (*Physics Education Technology*) terhadap Hasil Belajar Kimia pada Materi Bentuk Molekul. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. 2020.
[9] Raini, Y. & Wiranata, A. A. Pengaruh Media Laboratorium Virtual (Phet) terhadap Kemampuan Praktikum Kimia Siswa SMK Taruna Terpadu Bogor. Jurnal Educate, Vol.5 No. 2. 2020.
[10] Rahayu, C. D., & Sartika, S. B. Motivasi Belajar dan Pemahaman Konsep IPA Siswa SMP melalui Penggunaan PhET Interactive Simulations. Science Education Journal, Vol. 4 No. 1. 2020.
[11] Ulfah, Y. Penerapan Pembelajaran Berbasis Inkuiri dengan Media Simulasi PhET untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep IPA. Journal of Biology Education Research, Vol. 1 No. 2. 2020.
[12] Muzana, S. R., Lubis, S. P. W., Wirda. Penggunaan Simulasi PhET Terhadap Efektifitas Belajar IPA. Jurnal Dedikasi Pendidikan, Vo. 5, No. 1. 2021.