



Kepraktisan Penggunaan Laboratorium Virtual dengan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering And Mathematics*) Di Sekolah Dasar

Mera Putri Dewi*, Yanti Fitria, Darmansyah, Nur Azmi Alwi

Universitas Negeri Padang

* Korespondensi Penulis. E-mail: meraputridewi14@gmail.com

© 2023 JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)

This is an open access article under the CC-BY-SA license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>) ISSN 2337-9049 (print), ISSN 2502-4671 (online)

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kepraktisan dari pengembangan laboratorium virtual pada pembelajaran tematik dengan pendekatan STEM di SD. Penelitian yang dilakukan adalah penelitian pengembangan. Model pengembangan yang digunakan adalah 4D (*define, design, develop, dan disseminate*). Teknik pengumpulan data ini menggunakan angket uji kepraktisan oleh pendidik dan menggunakan angket respon peserta didik pada uji coba individu, kelompok kecil, dan kelompok terbatas. Data dalam instrumen kepraktisan ini kemudian dianalisis secara kuantitatif dengan melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus kepraktisan. Berdasarkan hasil uji kepraktisan laboratorium virtual yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat praktis dengan presentase perolehan uji kepraktisan oleh pendidik memperoleh rata-rata skor total 87,64%. Uji coba kelompok yang dilakukan pada tiga orang peserta didik memperoleh rata-rata skor total 89,89% , uji coba kelompok kecil yang terdiri dari 6 orang peserta didik memperoleh rata-rata skor total 84,10% Selanjutnya, uji coba kelompok terbatas dilakukan pada 20 orang peserta didik memperoleh rata-rata skor total 91,94%. Dapat disimpulkan bahwa laboratorium virtual yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria sangat praktis.

Kata kunci: Kepraktisan, Laboratorium virtual, Pendekatan STEM

Abstract: The purpose of this study was to analyze the practicality of developing virtual laboratories in thematic learning with the STEM approach in elementary schools. The research conducted is development research. The development model used is 4D (define, design, develop, and disseminate). This data collection technique uses a practicality test questionnaire by educators and uses student response questionnaires in individual, small group, and limited group trials. The data in this practicality instrument are then analyzed quantitatively by performing calculations using the practicality formula. Based on the results of the practicality test of the virtual laboratory that was developed, it is included in the very practical category with the percentage of practicality tests obtained by educators obtaining an average total score of 87.64%. Group trials conducted on three students obtained an average total score of 89.89%, small group trials consisting of 6 students obtained an average total score of 84.10%. Furthermore, limited group trials were conducted on 20 participants students get an average total score of 91.94%. It can be concluded that the virtual laboratory that has been developed meets the very practical criteria.

Keywords: Practicality, Laboratorium virtual, STEM approach

Pendahuluan

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis integrasi antarmuatan pelajaran. Dalam kurikulum 2013 peserta didik lebih ditekankan untuk berpikir secara ilmiah dan mampu menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan kehidupannya (Andrian & Rusman, 2019). Dalam kurikulum 2013 pembelajaran dilakukan secara tematik terpadu. Tujuan dari kurikulum 2013 yaitu peserta didik ditekankan untuk dapat menerapkan pengetahuan dan kemampuan ilmiah dalam memecahkan masalah dan membuat keputusan di alam sekitar sebagai bagian dari pengalaman belajar (Nata & Manuaba, 2022). Pembelajaran tematik berhubungan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis sehingga pembelajaran tematik bukan saja pengumpulan pengetahuan tetapi merupakan sebuah proses penemuan dengan cara melakukan kegiatan ilmiah (Fitria, 2019). Pembelajaran tematik terpadu juga lebih menekankan pada kemampuan berpikir secara ilmiah (Ramadhani & Fitria, 2021).

Adapun permasalahan yang sering terjadi dilapangan yaitu rendahnya kemampuan pemecahan masalah oleh siswa sekolah dasar (Dewi, 2019). Berdasarkan hasil studi pendahuluan di SDN 62/III Mukai Mudik kelas V Sekolah Dasar ditemukan permasalahan yaitu rendahnya keterampilan proses sains siswa. Keterampilan proses sains berkaitan dengan keterampilan ilmiah seperti pemecahan masalah dan kegiatan penemuan. Rendahnya keterampilan proses sains siswa kelas V Sekolah dasar ditunjukkan ketika peserta didik melakukan kegiatan ilmiah seperti praktikum. Ketika guru meminta siswa untuk melakukan praktikum siswa terlihat kebingungan. Siswa kebingungan untuk menggunakan alat dan bahan praktikum dan bagaimana cara melaksanakan kegiatan praktikum tersebut, ketika guru meminta peserta didik untuk menyajikan hasil kegiatan praktikum mereka terlihat kurang memahaminya. Hal ini disebabkan karena tidak tersedianya laboratorium di sekolah dan tidak tersedianya alat dan bahan untuk menunjang kegiatan praktikum. Sehingga peserta didik jarang sekali melaksanakan kegiatan praktikum. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa keterampilan proses sains siswa rendah dikarenakan siswa jarang melaksanakan kegiatan ilmiah di sekolah dan untuk melaksanakan kegiatan ilmiah hanya dengan melakukan pengamatan pada buku paket saja (Darmaji et al., 2020).

Permasalahan tersebut mestinya harus segera di atasi karena kegiatan praktikum merupakan bagian dari kegiatan ilmiah. Kegiatan ilmiah sangat penting dalam kehidupan sehari-hari untuk memecahkan suatu permasalahan dengan cara pembuktian (Narut & Supradi, 2019). Untuk dimasa yang akan datang kegiatan ilmiah pasti akan sering dijumpai peserta didik (Tursinawati, 2019). Dengan adanya kegiatan praktikum yang dilakukan di sekolah dasar dapat menjadi bekal untuk peserta didik dimasa yang akan datang dengan semakin canggihnya teknologi yang untuk melakukan apa saja harus dengan ilmu pengetahuan (Oyewola et al., 2021). Solusi alternatif yang dapat diberikan yaitu dengan menggunakan Laboratorium virtual dalam kegiatan praktikum. Menurut (Adita & Julanto, 2016) laboratorium virtual merupakan sebuah media pembelajaran berbasis komputer yang dapat digunakan oleh peserta didik dalam kegiatan praktikum atau percobaan Laboratorium virtual merupakan sebuah media pembelajaran berbasis komputer yang dapat digunakan oleh peserta didik dalam kegiatan praktikum atau percobaan (Aşiksoy & Islek, 2017). Laboratorium virtual juga sebagai alternatif untuk kegiatan praktek yang sifatnya abstrak (Widodo, 2016). Dengan laboratorium virtual dapat memotivasi peserta didik walaupun peserta didik tidak bersentuhan dengan benda langsung tapi dengan adanya Laboratorium virtual peserta didik akan dapat merasakan kegiatan praktik (Kuron & Umboh, 2021). Dengan adanya Laboratorium virtual dapat mendukung keterampilan proses sains peserta didik (Morgan, 2019; Fatimah, 2020). Keterampilan proses sains merupakan salah satu keterampilan dalam pembelajaran abad 21 yang mengharuskan peserta didik dapat berpikir

secara ilmiah dan berfikir tingkat tinggi seperti keterampilan merumuskan masalah, berhipotesis, memprediksi, dan sebagainya (Achuthan et al., 2020).

Laboratorium virtual dapat menghadirkan science, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) melalui pembelajaran yang menarik dan berorientasi pada keterampilan proses sains siswa (Ismail et al., 2016). Laboratorium virtual dikembangkan dalam rangka membangun keterampilan-keterampilan STEM (Rina, 2021). STEM merupakan sebuah pendekatan multidisiplin ilmu yang menjadi suatu pendekatan pembelajaran yang utuh (Widya Sukmana, 2018). Pengintegrasian multidisiplin ilmu dalam satu kesatuan diharapkan mampu menghasilkan penguasaan konsep salah satunya keterampilan proses sains dan dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan (Mahjatia et al., 2021). Pendekatan STEM bertujuan untuk memecahkan masalah sehari-hari dengan menerapkannya pada sekolah yang pendekatan pembelajarannya mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap siswa (Silvia & Simatupang, 2020).

Melalui studi pendahuluan yang dilaksanakan di satu sekolah dimana bertempat di Kerinci, Laboratorium virtual bisa diterapkan karena untuk mengunduh aplikasi harus menggunakan jaringan internet, sedangkan di sekolah yang menjadi sumber penelitian sudah tersedia jaringan internet yang bisa digunakan oleh guru maupun peserta didik. Selain itu, Laboratorium virtual juga bisa digunakan oleh peserta didik karena rata-rata peserta didik di sekolah tersebut mempunyai android. Oleh sebab itu Laboratorium virtual sangat cocok untuk dikembangkan. Hal tersebut relevan terhadap hasil penelitian oleh Muhajarah & Sulthon, (2020). Laboratorium virtual mempunyai dampak signifikan dalam mempersiapkan peserta didik dalam melaksanakan pengalaman nyata, juga penghematan biaya dan alat, fleksibilitas lokasi, waktu dan praktik, sehingga efektif untuk diterapkan (Aripin, 2021). Menurut Nosela et al., (2021) laboratorium virtual dapat digunakan untuk mendukung sistem praktikum dalam proses pembelajaran.

Alasan penulis memilih Laboratorium virtual sebagai solusi untuk pemecahan masalah di atas karena aplikasi tersebut memiliki beberapa keunggulan, memuat soal evaluasi yang sesuai dengan KI/KD dan indikator keterampilan proses yang terdapat dalam aplikasi tersebut, desain yang indah dan konten yang lugas dan mudah dipahami. Peserta didik dapat melakukan eksperimen dan simulasi di Laboratorium virtual yang berisi semua instrumen dan bahan yang mereka perlukan untuk melakukan penelitian dunia nyata. Simulasi ini dapat dijalankan secara offline sehingga tidak memerlukan koneksi internet, karena dapat dimainkan tanpa koneksi internet (Suryaningsih, Gaffar, & Sugandi, 2020). Sehingga dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa sekolah dasar. Sehingga pada penelitian pengembangan ini penulis akan melakukan analisis kepraktisan penggunaan laboratorium virtual dengan pendekatan STEM di Sekolah Dasar.

Metode

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau R&D (*Research and Development*) Penelitian pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan produk baru (Sugiyono, 2015). Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah laboratorium virtual pada pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. Berdasarkan latar belakang masalah dalam penelitian ini model pengembangan yang cocok digunakan adalah 4D (*Define, Design, Develop, and Disseminate*). Silvasailam Thrigarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvin I. Semmel mengembangkan model pengembangan 4-D pada tahun 1974 (Safitri & Nuhgraha, 2019). Model ini dapat digunakan dalam memecahkan permasalahan pembelajaran sehingga dapat terpenuhi kebutuhan peserta didik (Hadiyanti, 2021). Model pengembangan ini meliputi empat tahap, yaitu definisi,

desain, pengembangan, dan penyebaran (Inayah, 2020). Penelitian ini dilakukan sampai dengan tahap yaitu tahap pengujian kepraktisan.

Subjek Penelitian

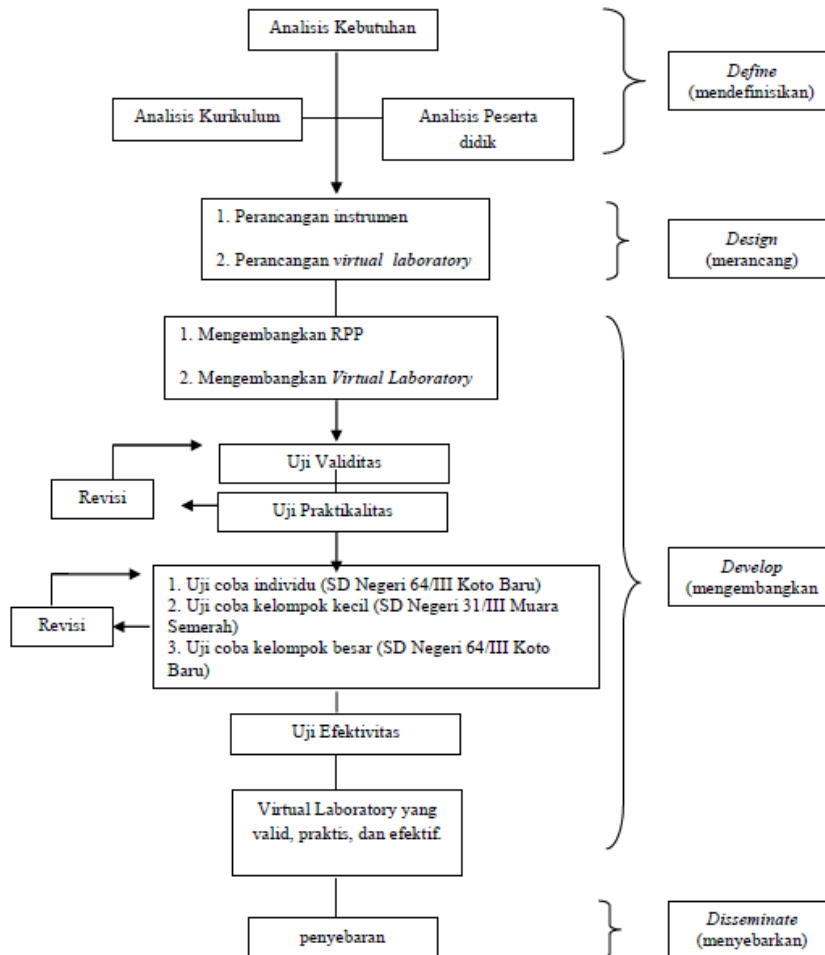
Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas V Sekolah Dasar. Untuk melakukan uji kepraktisan yang dilaksanakan pada tiga tahapan. Tahap pertama, uji coba individu yang dilaksanakan oleh tiga orang peserta didik kelas V SD Negeri 062/III Mukai Mudik. Tahap kedua, uji coba kelompok kecil yang dilaksanakan oleh enam orang peserta didik di kelas V SD Negeri 31/III Muara Semerah. Tahap ketiga, uji coba kelompok besar dilaksanakan di kelas V SD Negeri 062/III Mukai Mudik yang berjumlah 20 orang.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini berupa lembar angket respon peserta didik yang diperoleh pada tahap uji coba individu, uji coba kelompok kecil, dan uji coba kelompok terbatas. Selain itu, instrumen penelitian berupa lembar angket guru.

Prosedur Pengembangan

Untuk pengembangan produk, paradigma pengembangan 4-D adalah standar baru. Prosedur dan model pengembangan 4-D yang digunakan peneliti bisa diperlihatkan dibawah ini:



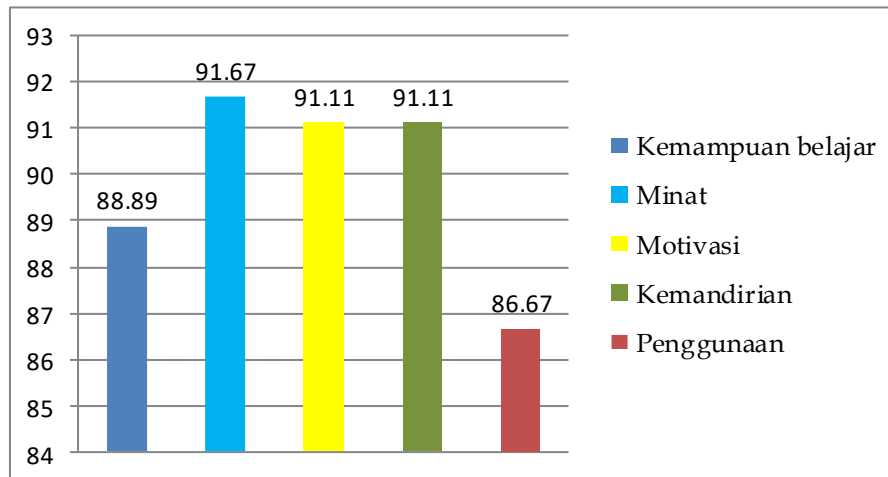
Bagan 1. Pengembangan *Virtual laboratory* Berbasis Android

Hasil dan Pembahasan

Setelah tahap pengembangan laboratorium virtual maka selanjutnya melakukan uji kepraktisan produk. Uji kepraktisan dilakukan untuk memperoleh masukan langsung berupa respon ataupun reaksi dari pendidik dan peserta didik sebagai sasaran pengguna laboratorium virtual.

Hasil Ujicoba Individu (3 Peserta Didik)

Uji coba secara individu dilakukan pada 3 peserta didik di SD N 62/III Mukai dan 1 orang wali kelas. Hasil ujicoba laboratorium virtual secara individu dapat dirangkum pada tabel berikut.

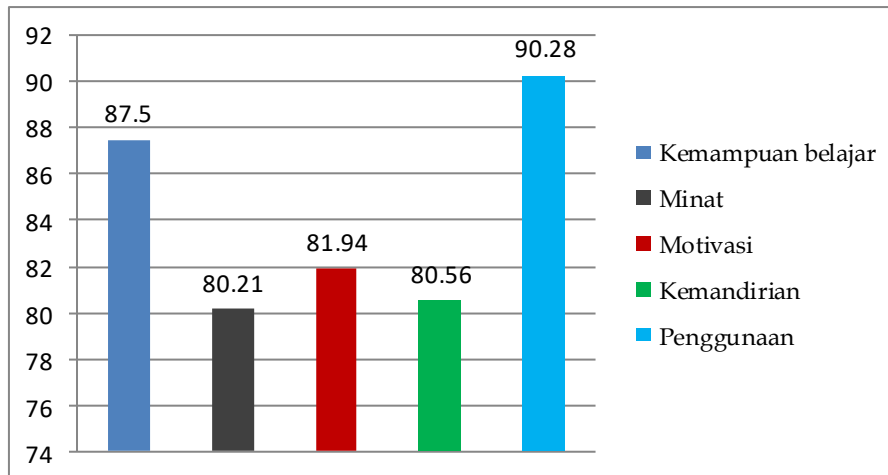


Gambar 1. Hasil Uji Coba Individu (3 Peserta Didik)

Dijelaskan bahwa hasil uji coba secara individu kepada 3 peserta didik maka diperoleh rata-rata total sebesar 89,89 atau dengan kategori sangat praktis.

Hasil Uji Coba Kelompok Kecil (6 Peserta Didik)

Uji coba kelompok kecil dilakukan pada 6 peserta didik di SD N 31/III Muara Semerah. Hasil uji coba kelompok kecil dapat dirangkum pada tabel berikut.

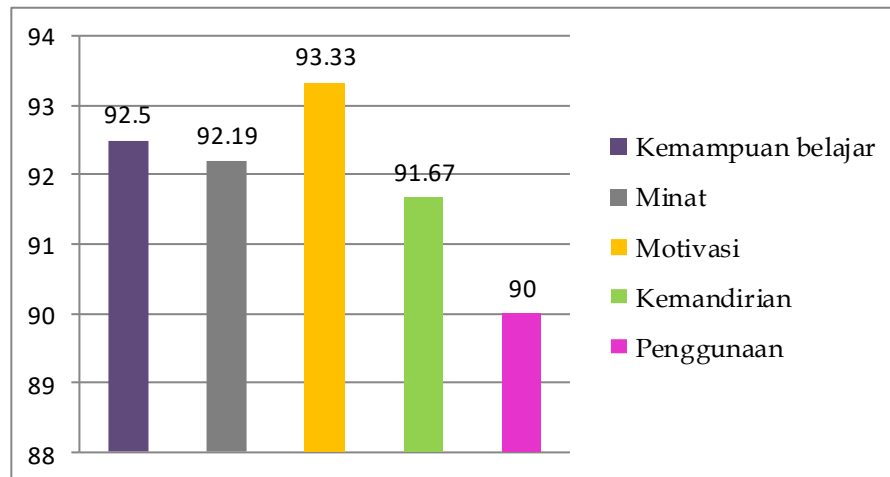


Gambar 2. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil (6 Peserta Didik)

Dijelaskan bahwa hasil uji coba kelompok kecil kepada 6 peserta didik maka diperoleh rata-rata total sebesar 84,10 atau dengan kategori praktis.

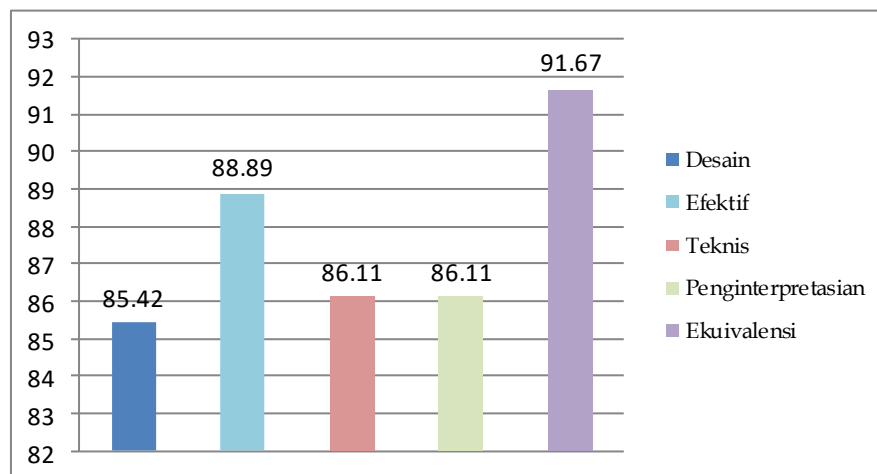
Hasil Uji Coba Kelompok Terbatas

Uji coba kelompok terbatas dilakukan di SD N 62/III Mukai Mudik kepada 20 peserta didik dan 1 orang wali kelas. secara ringkas hasil angket peserta didik dapat dijelaskan pada tabel berikut.



Gambar 3. Hasil Uji Coba Kelompok Terbatas

Dijelaskan bahwa hasil uji coba kelompok terbatas kepada 20 peserta didik maka diperoleh rata-rata total sebesar 91,94 atau dengan kategori sangat praktis. Lebih lanjut hasil angket respon pendidik atau guru ketika menggunakan *virtual laboratory* secara ringkas dapat disajikan pada tabel berikut.



Gambar 4. Hasil Respon Guru (Pendidik)

Dijelaskan bahwa hasil respon guru (pendidik) yang dilakukan pada kelas uji coba dan kelas eksperimen diperoleh rata-rata total yaitu 87,64 atau dengan kategori sangat praktis. Dengan demikian berdasarkan hasil angket respon peserta didik dan angket respon guru pada *virtual laboratory* dengan pendekatan STEM yang digunakan pada tema panas dan perpindahannya secara keseluruhan tergolong sangat praktis. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa *virtual laboratory* praktis untuk digunakan di sekolah dasar.

Pembahasan

Rancangan *Virtual laboratory* Berbasis Android

Setelah melalui proses pendefinisian, produk awal yang dirancang berupa *virtual laboratory* berbasis android, yang dirancang secara menarik serta penyajiannya disesuaikan dengan kemampuan peserta didik. Materi yang terdapat di dalam *virtual laboratory* juga disesuaikan dengan kebutuhan KD dan karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Kegiatan percobaan/praktikum di dalam *virtual laboratory* juga didesain dengan menarik dengan disediakan petunjuk penggunaan untuk mempermudah peserta didik.

Virtual laboratory ini dirancang dengan menggunakan aplikasi adobe animate agar siswa lebih mudah dan tertarik dalam memahami kegiatan yang terdapat dalam *virtual laboratory*. Peserta didik dapat menginstal *virtual laboratory* di android masing-masing di play store, sehingga peserta didik dapat lebih mudah mengaksesnya. Selain itu, terdapat juga panduan penggunaan yang disediakan oleh peneliti. Pembelajaran dengan menggunakan *virtual laboratory* dapat dilakukan berulang-ulang dan diakses di mana saja karena tidak membutuhkan kuota internet untuk mengaksesnya. Sehingga dapat menumbuhkan motivasi dan kemandirian belajar peserta didik terutama dalam peningkatan keterampilan proses sains peserta didik. Hal ini dikarenakan *virtual laboratory* dilengkapi petunjuk penggunaan, materi, kegiatan praktikum, evaluasi dan jawaban.

Kepraktisan *Virtual laboratory* Berbasis Android

Untuk melihat kepraktisan dari *virtual laboratory* berbasis android peneliti melakukan uji coba di lapangan. Uji coba dilakukan untuk menganalisis saran-saran dan respon peserta didik maupun guru dalam menggunakan produk tersebut. ujicoba dilakukan dalam tiga tahapan, yang pertama uji coba individu yang dilakukan pada tiga orang peserta didik di SD N 64/III Koto Baru yang memperoleh rata-rata skor total 89,89 dapat dikategorikan sangat praktis. Tahap selanjutnya, yaitu uji coba kelompok kecil yang terdiri dari 6 orang peserta didik di SD N 31/III Muara Semerah yang memperoleh rata-rata skor total 84,10 atau dikategorikan praktis. Selanjutnya, uji coba kelompok terbatas dilakukan pada 20 orang peserta didik di SD N 64/III Koto Baru yang memperoleh rata-rata skor total 91,94 atau tergolong sangat praktis.

Lebih lanjut, peneliti juga meminta respon dari guru kelas V Sekolah dasar mengenai penggunaan *virtual laboratory* berbasis android yang diperoleh dari guru kelas ketiga kelompok ujicoba memperoleh rata-rata skor total 87,64 atau dapat dikategorikan sangat praktis. Sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa *virtual laboratory* sangat praktis dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran di sekolah dasar.

Keefektifan *Virtual laboratory* Berbasis Android

Untuk menganalisis keefektifan produk yang dikembangkan, dilakukan dengan membandingkan keterampilan proses STEM siswa yang menggunakan *virtual laboratory* berbasis android (kelompok eksperimen) dengan peserta didik yang menggunakan buku paket dari sekolah (kelompok kontrol). Pada tahap awal *disseminate*, kedua kelompok sampel diberikan pretest dengan tingkat kesulitan yang sama, dari hasil analisis untuk peserta didik kelas eksperimen diperoleh rata-rata sebesar 54,38, untuk peserta didik kelas kontrol memperoleh rata-rata sebesar 54,19.

Pada tahap selanjutnya dilakukan pembelajaran dengan menggunakan pada tema panas dan perpindahannya yaitu pada subtema 2 (pembelajaran 1,2, dan 5) dan subtema 3 (pembelajaran 1,2, dan 5). Untuk peserta didik kelas eksperimen pembelajaran menggunakan android yang diberikan *virtual laboratory* yang bisa diunduh dari *playstore* peserta didik dapat menggunakan aplikasi tersebut secara offline. Dari keseluruhan peserta didik kelas V SD N 62/III Mukai Mudik keseluruhannya sudah mempunyai android sehingga dapat berpartisipasi dalam pembelajaran.

Pembelajaran dilakukan selama 2 minggu dengan 5 kali pertemuan. Dikarenakan peneliti melakukan ujicoba individu, kelompok kecil, dan kelompok terbatas pada empat minggu pertama. Peneliti langsung melaksanakan proses pembelajaran pada materi panas dan perpindahannya dengan waktu 5JP atau 1 x pembelajaran. Pada pertemuan pertama peneliti memfasilitasi peserta didik untuk mengunduh aplikasi *virtual laboratory* pada *playstore*. Peneliti menjelaskan cara penggunaannya dengan memberikan petunjuk penggunaan *virtual laboratory*. Selanjutnya peserta didik dapat melakukan pembelajaran menggunakan *virtual laboratory* sesuai dengan materi yang terdapat dalam *virtual laboratory*.

Hasil temuan penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Latifah, (2019) menyimpulkan bahwa pengembangan praktikum virtual berbasis

android sebagai media pembelajaran biologi efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains. Hal ini sejalan dengan penelitian Jaya, (2013) menyimpulkan bahwa pengembangan *virtual laboratory* untuk kegiatan memfasilitasi pelatihan karakter di SMK, selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Felintina et al., (2012) menyimpulkan bahwa pengembangan *virtual laboratory* sebagai media pembelajaran berbasis komputer pada materi pembiakan virus sangat efektif dan memperoleh rata-rata hasil belajar dengan kriteria sangat baik. Pada tahap *disseminate* peneliti melakukan penyebaran terhadap aplikasi *virtual laboratory* berbasis android yang telah dikembangkan kepada sekolah-sekolah yang menjadi tempat uji coba dan akan disebarakan melalui forum KKG dengan syarat *virtual laboratory* ini sudah dinyatakan valid, praktis dan efektif.

Simpulan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dan pembahasan mengenai pengembangan laboratorium virtual dapat disimpulkan bahwa penelitian ini menghasilkan sebuah produk yaitu laboratorium virtual yang dikembangkan menggunakan desain pengembangan 4 D. Laboratorium virtual memuat materi dan kegiatan percobaan/praktikum. Pengembangan laboratorium virtual dengan pendekatan STEM di sekolah dasar dinyatakan sangat praktis dengan presentase kepraktisan uji coba individu yang dilakukan pada tiga orang peserta didik memperoleh rata-rata skor total 89,89%. Uji coba kelompok kecil memperoleh rata-rata skor total 84,10%. Selanjutnya, uji coba kelompok terbatas memperoleh rata-rata skor total 91,94%. Lebih lanjut, Respon dari guru kelas ketiga kelompok ujicoba memperoleh rata-rata skor total 87,64. Sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa laboratorium virtual sangat praktis dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran tematik di sekolah dasar.

Daftar Rujukan

- Achuthan, K., Nedungadi, P., Kolil, V. K., Diwakar, S., & Raman, R. (2020). Innovation adoption and diffusion of virtual laboratories. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*.
- Adita, A., & Julanto, T. (2016). Penyusunan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Biologi. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 3(2), 69–73.
- Andrian, Y., & Rusman. (2019). Implementasi Pembelajaran Abad 21 dalam Kurikulum 2013. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 12(1), 14–23.
- Aşiksoy, G., & Islek, D. (2017). The impact of the virtual laboratory on students' attitudes in a general physics laboratory. *International Journal of Online Engineering*. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v13i04.6811>
- Darmaji, D., Kurniawan, D. A., Astalini, A., & Heldalia, H. (2020). Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Materi Pemantulan Pada Cermin Datar. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*.
- Dewi, T. M. (2019). Pengembangan Buku Penuntun Praktikum Ipa Sd Berbasis Keterampilan Proses Sains Pada Mata Kuliah Praktikum Ipa Sd Untuk Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar (Pgsd). *Simbiosis*, 8(1), 28.
- Fatimah. (2020). Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 1(2).
- Felintina, Y., Pramesti, D., & R., S. (2012). Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Materi pembiakan Virus. *Journal of Biology Education*, 1(1), 86–94.
- Fitria, Y. (2019). Mampukah Model Problem Based Learning meningkatkan Prestasi Belajar Sains Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar? *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 3(1), 83.

- Hadiyanti, A. H. D. (2021). Pengembangan Media Kartu Permainan IPA untuk Perkuliahan IPA Biologi. *EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN*.
- Inayah, N. (2020). Pengembangan Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Kontekstual pada Materi Elektrolit dan Non-Elektrolit. *JEC: Journal of Educational Chemistry*.
- Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. (2016). Efektivitas Virtual Lab Berbasis STEM dalam Meningkatkan Literasi Sains Siswa dengan Perbedaan Gender STEM-Based Virtual Lab Effectiveness in Improving the Scientific Literacy of Students with Gender Differences. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2 (2), 2016, 190 - 201.
- Jaya, H. (2013). Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 2(1), 81-90.
- Kuron, M. A., & Umboh, A. (2021). Pengaruh Virtualisasi Laboratorium Berbasis Electronics Workbench (Ewb) Pada Mata Kuliah Elektronika Dasar Unsrit. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*.
- Latifah. (2019a). Pengembangan Praktikum Virtual Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Biologi Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI Di Tingkat SMA/MA. In *Undergraduate thesis, UIN Raden Intan Lampung*.
- Latifah, N. (2019b). Pengembangan Praktikum Virtual Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Biologi Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas Xi Di Tingkat Sma/MA. *repository.radenintan.ac.id*. 1-88.
- Mahjatia, N., Susilowati, E., & Miriam, S. (2021). Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1),1-15.
- Morgan. (2019). Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699.
- Muhajarah, K., & Sulthon, M. (2020). Pengembangan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran : Peluang dan Tantangan. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(2), 77-83.
- Narut, Y. F., & Supradi, K. (2019). Literasi sains peserta didik dalam pembelajaran ipa di indonesia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 3(1), 61-69.
- Nata, A. S., & Manuaba, I. B. S. (2022). Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem-based Learning pada Topik Sumber Energi untuk Kelas IV Sekolah Dasar. *Mimbar Ilmu*, 27(1), 1-10.
- Nosela, S., Siahaan, P., & Suryana, I. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Level of Inquiry Dengan Virtual Lab Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Sma Pada Materi Fluida Statis. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 6(2), 100-109.
- Oyewola, O. M., Oloketuyi, S. I., Badmus, I., Ajide, O. O., Adedotun, F. J., & Odebode, O. O. (2021). Development of Virtual Laboratory for the Study of Centrifugal Pump Cavitation and Performance in a Pipeline Network. *International Journal of Technology*.
- Ramadhani, W., & Fitria, Y. (2021). Capaian Kemandirian Belajar Siswa dalam Pembelajaran Sains Tematik menggunakan Modul Digital. *Jurnal Basicedu*. 3(2)58-65.
- Rina, F. (2021). Pengembangan Laboratorium STEM Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Literasi STEM Siswa SMA Pada Materi Stoikiometri. In *Universitas Sebelas Maret*.
- Safitri, A. K. D., & Nuhgraha, J. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbantuan Adobe Flash CS5 pada Kompetensi Dasar Menganalisis Jabatan , Tugas , dan Uraian Pekerjaan Kelas X OTKP 5 di SMK Ketintang Surabaya. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*.
- Silvia, A., & Simatupang, H. (2020). Pengembangan LKPD Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics Untuk Menumbuhkan Keterampilan Literasi Sains Siswa Kelas X MIA SMA NEGERI 14 Medan T.P 2019/2020. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*.
- Sugiyono. (2015). *Meode Penelitian & Pengembangan: Research and Development*. Alfabeta.

- Suryaningsih, Y., Gaffar, A. A., & Sugandi, M. K. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Praktikum Virtual Berbasis Android Untuk Meningkatkan Berpikir Kreatif Siswa. *Bio EducatiO : (The Journal of Science and Biology Education)*1(2) 160-170.
- Widya Sukmana, R. (2018). Pendekatan Science, Technology, Engineering and Mathematics (Stem) Sebagai Alternatif Dalam Mengembangkan Minat Belajar Peserta Didik Sekolah Dasar. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 2(2), 189-196.