



Pengembangan Virtual-Lab Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa

Rona Taula Sari^{1*}, Siska Angreni¹, Feni Julia Salsa²

¹Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, FKIP Universitas Bung Hatta, Padang, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Bung Hatta, Padang, Indonesia

Email: ronataulasari@bunghatta.ac.id

DOI: 10.24815/jpsi.v10i2.23833

Article History:

Received: December 13, 2021

Revised: March 12, 2022

Accepted: March 30, 2022

Published: April 11, 2022

Abstract. Innovative and creative learning media are needed to overcome online practicum during the pandemic to improve students' critical thinking skills, namely the development of STEM-Based Virtual-lab media. The purpose of this research is to produce a STEM-based Virtual-Lab media to improve students' critical thinking skills that are valid, practical and effective. The development model used is 4-D development which consists of define, design, develop and disseminate. However, in this study only the development stage was carried out. The research instrument was a validity questionnaire that was assessed by media, material and language experts, a product usability practicality questionnaire by students and a critical thinking ability test for 30 PGSD students at Bung Hatta University. Sampling was carried out non-probability with purposive sampling technique. The level of understanding of students' concepts was analyzed by ngain. The results of the study stated that the virtual lab media produced for students of the Bung Hatta University Elementary School Teacher Education study program was declared valid by material, language and design experts. Based on the trial implementation of the Virtual Lab media, it is in the very practical category. Assessment of student learning outcomes shows that completeness exceeds the minimum limit for calculating ngain at 0.66 with moderate criteria. Therefore, the virtual laboratory media developed for students of the STEM-based primary school teacher education study program was declared effective. Thus, it can be concluded that STEM-based Virtual-Lab media is produced to improve students' critical thinking skills that are valid, practical and effective.

Keywords: Covid-19, Critical thinking, STEM, Virtual-Lab

Pendahuluan

Pandemi covid-19 memberi dampak perubahan pada semua aspek kehidupan. Aspek pendidikan menjadi dampak serius pada masa pandemi ini. Dimana, proses pembelajaran tidak dapat dilaksanakan secara langsung, hal ini bertujuan untuk memutus mata rantai penyebaran covid-19 (Daniel, 2020; Pokhrel, dkk., 2021). Sementara proses pembelajaran tetap harus berjalan, peserta didik harus tetap menerima haknya sebagai warga negara dalam memperoleh pendidikan yang layak dan berkualitas. Upaya untuk menjawab tuntutan tersebut adalah melakukan proses pembelajaran yang sesuai dengan keadaan, dimana pembelajaran dilaksanakan secara daring (Daniel, 2020; Pokhrel, dkk., 2021). Pembelajaran dikatakan daring dimana, pendidik dan peserta didik berada pada

lokasi yang berbeda namun proses pembelajaran tetap dapat dilaksanakan. Akan tetapi dalam pelaksanaan pembelajaran daring, tidak semua tujuan pembelajaran dapat terlaksana dengan baik, terlebih pada pelaksanaan praktikum IPA (Saraswati, 2020; Jariyah, 2020; Aripin, 2020; Alneyadi, 2019). Sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sarasawati (2020) bahwa dalam proses pembelajaran praktikum, tujuan pembelajaran tidak secara keseluruhan dapat dicapai dengan proses daring, hal ini disebabkan beberapa faktor pendukung dari kegiatan praktikum tersebut.

Praktikum merupakan bagian dari pembelajaran agar peserta didik mendapatkan pengalaman untuk menguji dan melaksanakan dalam keadaan nyata apa yang diperoleh dalam teori. Kegiatan praktikum dalam pembelajaran IPA merupakan kegiatan yang sangat penting untuk dilaksanakan. Tujuan utama dari praktikum adalah melatih peserta didik bekerja secara ilmiah untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan dan berpikir kritis mahasiswa. Melalui kegiatan praktikum, pesertadidik secara langsung dihadapkan pada gejala nyata yang berhubungan dengan konsep pelajaran, baik kondisi alamiah maupun kondisi yang dimanipulasi melalui eksperimen. Melalui praktikum, pendidik diharapkan dapat mengembangkan seluruh aspek kompetensi yang dimiliki peserta didik secara optimal, baik aspek kognitif, afektif dan psikomotor (Faqih, 2015; Wahyuni, 2015). Akan tetapi, kegiatan praktikum dimasa pandemi tidak dapat dilakukan karena keterbatas ruang gerak, waktu, alat dan bahan praktikum yang sulit dijangkau. Padahal praktikum memegang peran penting di dalam pembelajaran IPA (Faqih, 2015; Wahyuni, 2015; Sypas, 2018). Oleh karena itu, dibutuhkan media pembelajaran yang dapat digunakan dalam melaksanakan praktikum dimasa pandemi ini, sehingga hambatan dalam melaksanakan praktikum dapat diatasi. Salah satunya dengan menggunakan media pembelajaran alternative yang dapat digunakan dimana saja dan kapanpun yakni laboratorium virtual (Virtual lab).

Virtual-lab adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (software) komputer berbasis multimedia interaktif, yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya atau aplikasi yang berdiri sendiri (Aripin, 2020; Sypsas, 2018; Bajpai, 2015; Kapilan, dkk., 2021). Virtual-lab dapat mendukung pesertadidik untuk mengeksplorasi dan memvisualisasikan konsep-konsep abstrak terutama dalam menggambarkan penerapan pengetahuan (Aripin, 2020; Sypsas, 2018; Bajpai, 2015; Hermansyah, 2017) dan meningkatkan literasi sains pesertadidik (Aripin, 2020). Selain itu, penggunaan virtual-lab dapat digunakan oleh siapapun pada waktu yang sama, serta dapat diakses dimanapun dan kapanpun (Sypsas, 2018; Gunawan, 2017). Dalam pandemi Covid-19 saat ini, penggunaan virtual-lab menjadi solusi paling efektif bagi pendidik untuk memfasilitasi praktikum peserta didiknya. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Aripin (2020) bahwa virtual lab sangat efektif digunakan dalam pembelajaran daring. Selain itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh Gunawan (2017); Kapilan, dkk. (2021) Virtual-lab mampu meningkatkan konseptual, penyelidikan peserta didik dan hasil belajar peserta didik. Virtual-lab dapat menghadirkan science, technology, engineering, and mathematic (STEM) kepada peserta didik melalui kegiatan menarik (Aripin, 2020; Ismail, 2016) oleh karena itu, perlu dikembangkan virtual-lab berbasis STEM.

STEM merupakan salah satu model pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, engineering dan matematik serta menuntut peserta didik untuk melakukan perencanaan dan penyelidikan ilmiah dengan mengoptimalkan engineering atau manipulasi. Model pembelajaran STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi karena model ini mampu memfasilitasi pesertadidik untuk memecahkan masalah, berpikir kritis, berpikir kreatif, dan berpikir ilmiah (Baharin, dkk., 2018; Ismail, 2016; Lestari, 2018). Seperti hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Thibaut, dkk., (2018) yaitu pembelajaran menggunakan pendekatan STEM terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik. Hal ini sejalan dengan langkah-langkah model pembelajaran STEM yakni; pendefinisian masalah, mengkaitkan dengan kehidupan nyata, merencanakan dan melakukan penyelidikan, menganalisis dan menginterpretasi data, membuat sebuah kesimpulan sementara, mendesain alternatif penyelesaian masalah, mendiskusikan solusi yang diperoleh, dan mengevaluasi serta mengkomunikasikan (Bybee, 2011). Cahyono (2017) menambahkan bahwa keterampilan berpikir kritis akan meningkatkan daya saing pribadi peserta didik sebagai pribadi yang unggul sehingga semakin tinggi keterampilan berpikir kritis peserta didik maka keberhasilan belajar, bekerja, dan hidup akan mudah dicapai. Pernyataan tersebut sejalan dengan Baharin, dkk., (2018); Lestari (2018) bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat mendorong peserta didik mengambil keputusan yang terbaik untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi sehingga kompetensi pembelajaran dapat tercapai.

Berpikir kritis merupakan proses mental untuk menganalisis atau mengevaluasi informasi. Informasi tersebut bisa didapatkan dari hasil pengamatan, pengalaman, akal sehat atau komunikasi (Permana, dkk., 2019). Peserta didik menggunakan keterampilan berpikir kritis dalam memikirkan hubungan antara variabel-variabel dengan mengembangkan pemahaman logis, memahami asumsi-asumsi dan bias-bias yang mendasari proses utamanya. Melalui berpikir kritis, peserta didik akan dilatih untuk mengamati keadaan, memunculkan pertanyaan, merumuskan hipotesis, melakukan observasi dan mengumpulkan data, lalu memberikan kesimpulan. Berpikir kritis juga melatih peserta didik untuk berpikir logis dan tidak menerima sesuatu dengan mudah. Sejalan dengan Baharin, dkk. (2018) dan Lestari (2018) menyatakan bahwa peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kritis cenderung memiliki percaya diri dan kemampuan berpikir logis serta sistematis dalam memecahkan masalah. Selanjutnya, Pratama, dkk. (2017); Zulfaneti, dkk. (2018) dan Bustami, dkk. (2019) menjelaskan bahwa keterampilan berpikir kritis berkaitan dengan pengambilan keputusan, perencanaan strategis, proses ilmiah, dan penyelesaian masalah untuk menemukan solusi. Berdasarkan hal tersebut, perlu dikembangkan media pembelajaran inovatif dan kreatif untuk mengatasi pratikum secara daring dimasa pandemi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa yakni pengembangan media virtual-lab berbasis STEM. Adapun tujuan penelitian ini adalah menghasilkan media Virtual-Lab berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa yang valid, praktis dan efektif.

Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau development research. Penelitian ini termasuk pada penelitian yang menghasilkan produk baru dalam suatu sistem pembelajaran yang akan diterapkan kepada peserta didik sebagai pengguna (users). Model pengembangan penelitian ini adalah model pengembangan 4-D (four- D), yang terdiri dari 4 tahap dan melalui tahapan revisi oleh para ahli/praktisi. Menurut Trianto (2012) tahap-tahap itu adalah: pendefinisian (define), perancangan (design), pengembangan (develop) dan penyebaran (disseminate). Namun pada penelitian ini hanya sampai pada tahap pengembangan (develop).

Tahap Pendefinisian

Tahap ini menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pratikum dengan menggunakan virtual-lab berbasis STEM. Adapun langkah-langkahnya yaitu Analisis kebutuhan: Dalam tahapan ini, menggali masalah dasar yang dihadapi dalam pratikum dimasa pandemic covid 19. Analisis siswa: Analisis siswa merupakan telaah karakteristik siswa berdasarkan pengetahuan, keterampilan dan perkembangannya (Trianto, 2012). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan siswa yang beragam. Hasil analisis siswa berkenaan dengan kemampuan berpikir kritis yang dijadikan gambaran dalam mengembangkan Aplikasi virtual-lab berbasis STEM yang digunakan dalam pratikum. Analisis materi yang terdiri dari fakta, konsep, prinsip dan prosedur (Sari, 2016): materi berkenaan dengan fakta, konsep, prinsip dan prosedur merupakan bentuk identifikasi terhadap materi yang relevan dengan pengembangan virtual-lab berbasis STEM.

Tahap Perancangan

Tahapan perancangan flowchart, storyboard dari Aplikasi virtual-Lab berbasis STEM disesuaikan dengan indikator dan tujuan pratikum yang telah ditentukan melalui analisis kebutuhan, siswa dan materi, sekaligus dilakukan perancangan tes objektif sebagai pengukur keefektifan dari Virtual-lab berbasis STEM dalam praktikum. Aplikasi virtual-lab berbasis STEM memanfaatkan aplikasi Power Point dan aplikasi Website 2 APK Builder. Pemilihan aplikasi Website 2 APK Builder dapat membantu media pembelajaran yang ada di Power Point menjadi suatu aplikasi yang bisa digunakan di android.

Tahap Pengembangan (Develop)

Pada tahap ini virtual-lab berbasis STEM dibuat sesuai dengan rancangan storyboard dan flowchart yang dirancang untuk dinilai oleh ahli dan praktisi. Tahap develop bertujuan untuk menghasilkan media virtual-lab berbasis STEM yang valid, praktis dan efektif. Setelah penilaian, dilakukan revisi sesuai masukan dari tim ahli dan praktisi. Selain itu, dilakukan penyusunan instrument penelitian berupa angket validitas dan praktikalitas produk oleh tim ahli/praktisi dan instrument soal berkemampuan kritis mahasiswa yang digunakan saat uji terbatas. Uji coba terbatas dilakukan pada kelas pembelajaran Konsep Dasar IPA. Sebelum penyebaran media virtual-lab berbasis STEM dilakukan pretes dan posttes untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa. Posttes dengan tes objektif mengacu pada ranah kognitif pada indikator berpikir kritis mahasiswa untuk mengetahui efektifitas media virtual-lab berbasis STEM.

Subjek penelitian adalah mahasiswa PGSD Universitas Bung Hatta pada mata kuliah Konsep Dasar IPA 2 tahun ajaran 2020/2021 sebanyak 30 orang. Instrumen penelitian terdiri dari instrument validasi, angket respon mahasiswa dan tes keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Untuk mengetahui tingkat kevalidan media virtual lab yang dikembangkan, maka instrument yang telah diisi oleh ahli media, materi dan bahasa dianalisis dengan rumus Mulyardi (2006).

$$R = \frac{\sum_{j=1}^n V}{n}$$

Dari hasil analisis di atas diperoleh validitas media dengan kriteria pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penetapan Tingkat Kevalidan.

Rentang	Kategori
1,00 – 1,99	Tidak valid
2,00 – 2,99	Kurang valid
3,00 – 3,49	Valid
3,50 – 4,00	Sangat valid

Setelah media virtual lab dinilai oleh para ahli, media siap untuk disebarakan kepada mahasiswa untuk diujikan. Untuk mengetahui tingkat kepraktisan media virtual lab dapat digunakan rumus dari Arikunto (2013). Untuk mengetahui peningkatan disposisi berpikir kritis mahasiswa dilakukan dengan menghitung besarnya skor gain yang dinormalisasi (n-gain). Hal ini dimaksudkan untuk menghindari kesalahan dalam menginterpretasikan perolehan gain masing-masing mahasiswa, untuk memperoleh skor n-gain digunakan rumus Cheng (2004).

$$g = \frac{(s.p \quad) - (s.p \quad)}{(s. \text{maksimal}) - (s.p \quad)}$$

Hasil dan Pembahasan

Penelitian pengembangan virtual-lab berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa PGSD Universitas Bung Hatta pada mata kuliah Konsep Dasar IPA 2 tahun ajaran 2020/2021 sebanyak 30 orang, telah dilaksanakan dan diperoleh hasil sebagai berikut:

Validasi Media Virtual Laboratorium

Media yang sudah dirancang, dilanjutkan dengan kegiatan validasi oleh ahli yang sesuai dengan bidang kajiannya yang terdiri dari 3 orang validator ahli, yakni ahli media, ahli materi dan ahli bahasa. Dimana ketiga ahli merupakan dosen yang berkompeten pada bidang teknologi informatika untuk aspek media, kedalaman aspek materi divalidasi langsung oleh dosen IPA, sementara aspek bahasa divalidasi oleh dosen bahasa dan sastra Indonesia. Hasil validasi dan saran-saran perbaikan yang diberikan oleh validator digunakan untuk melakukan revisi media. Hasil yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Virtual Lab oleh Validator

No.	Aspek yang diamati	Rata-rata	Kategori
A	Aspek Desain		
1	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak	4	Sangat valid
2	Aspek Komunikasi Visual	3.72	Sangat valid
	Total rata-rata	3.86	Sangat valid
B	Aspek Materi		
1	Didaktik	3.84	Sangat valid
2	Konstruksi	3.76	Sangat valid
3	Teknik	3.72	Sangat valid

	Total rata-rata	3.77	Sangat valid
C.	Aspek Bahasa		
1	Didaktik	3.88	Sangat valid
2	Konstruksi	4	Sangat valid
3	Teknik	3.76	Sangat valid
	Total rata-rata	3.88	Sangat valid

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui hasil validasi media Virtual Lab yang dinilai oleh validator secara umum adalah 3,83 dengan kategori sangat valid. Aspek desain memperoleh rata-rata 3,86 dengan kategori sangat valid. Hal ini dikarenakan media virtual lab yang dikembangkan merupakan media pembelajaran alternatif yang memiliki karakteristik yang unik, yaitu dapat digunakan di mana saja dan kapan saja atau bersifat mobile didukung dengan visualisasi yang menarik. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Saraswati (2020) bahwa peserta didik dapat belajar secara tidak langsung, yaitu aktif berinteraksi dengan menggunakan media atau sumber belajar lain, sehingga proses belajar dapat terjadi kapan saja dan di mana saja. Media pembelajaran ini bukan semata-mata untuk menggantikan pembelajaran konvensional, namun sebagai pelengkap aktivitas peserta didik untuk memudahkan dalam belajar (Lubis, dkk., 2015). Secara umum manfaat yang dapat diperoleh adalah proses pembelajaran menjadi lebih menarik, lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar dapat ditingkatkan dan proses belajar mengajar dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja. Gunawan (2017) menyatakan bahwa laboratorium virtual dapat didefinisikan sebagai suatu bentuk objek multimedia yang interaktif. Selain itu, virtual lab yang dihasilkan memperhatikan kemudahan pemakaian, kemenarikan, dan kebermanfaatannya. Sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kapilan, dkk. (2021) kriteria media virtual lab yang baik idealnya meliputi 4 faktor utama, yaitu relevansi, kemudahan, kemenarikan, dan kemanfaatan.

Aspek materi diperoleh rata-rata 3,77 dengan kategori sangat valid. Pengembangan materi pada media virtual lab mengacu kepada kurikulum, sehingga peserta didik dapat memahami materi dengan mudah dan praktis. Hal ini sejalan menurut Handayani (2020); Santhalia, dkk., (2020) bahwa media pembelajaran yang menarik dan sesuai dengan kebutuhan siswa dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik karena perhatian peserta didik terhadap pelajaran dapat meningkat, memberikan pengalaman menyeluruh dalam belajar sehingga siswa dapat memahami secara nyata dari materi yang diberikan.

Virtual lab yang dikembangkan dapat menyampaikan atau menyalurkan pesan dari suatu sumber secara terencana, sehingga terjadi lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara mandiri, efisien dan efektif. Sejalan dengan penelitian Kapilan, dkk. (2021) bahwa media virtual lab dapat mengurangi suasana yang statis dan dapat menciptakan proses pembelajaran yang efektif, menarik, interaktif dan menyenangkan. Kegunaan lain dari penggunaan alat bantu pembelajaran akan dapat menciptakan variasi belajar sehingga tidak menimbulkan kebosanan terhadap peserta didik. Selain itu, Gunawan (2017) menyatakan bahwa pemanfaatan virtual lab dalam praktikum mampu meningkatkan ketertarikan peserta didik dalam belajar sehingga mempengaruhi keberhasilan belajar peserta didik. Thibaut (2018); Aripin (2020); Ismail (2016) menambahkan penerapan model pembelajaran interdisipliner seperti STEM dapat menstimulasi peningkatan penguasaan konsep dan mampu memecahkan masalah yang sedang dihadapi oleh peserta didik.

Pratikalitas Media Virtual Laboratorium

Data uji respon pesertadidik terhadap praktikalitas Virtual Lab berbasis STEM yang telah dikembangkan diperoleh dengan instrumen observasi. Hasil pengisian respon pesertadidik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Respon Pesertadidik terhadap media virtual laboratorium

No	Pernyataan	Rata-rata	Kriteria
1	Saya tertarik mengikuti pembelajaran dengan menggunakan virtual lab	3.76	sangat praktis
2	Media yang digunakan sesuai dengan tujuan pembelajaran.	3.96	sangat praktis
3	Media yang digunakan mudah dioperasikan.	3.4	praktis
4	Media yang digunakan dapat membantu pemahaman dalam mempelajari materi	3.53	sangat praktis
5	Tampilan gambar dan animasi dalam media menarik.	4	sangat praktis
6	Saya senang diberi kesempatan latihan soal dan mendapat informasi baru.	3.46	praktis
7	Saya lebih termotivasi untuk belajar eksperimen menggunakan media Virtual lab ini.	4	sangat praktis
8	Saya dapat menggunakan animasi dalam media ini secara mandiri.	3.6	sangat praktis
9	Saya merasa praktikum dengan Virtual lab lebih efektif dan efisien.	3.53	sangat praktis
10	Saya tertarik apabila pembelajaran terutama praktikum/eksperimen dilaksanakan dengan Virtual lab dan diterapkan pada materi lain.	4	sangat praktis
Rata-rata		3.72	sangat praktis

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa tingkat kepraktisan media virtual lab adalah 3.72 dengan kriteria sangat praktis. Hal ini diperoleh dari penilaian pada aspek tampilan gambar dan animasi dalam media menarik, motivasi dan ketertarikan peserta didik terhadap media virtual lab sangat tinggi dengan nilai 4 pada kategori sangat praktis. Namun, pada aspek penggunaan media dan latihan untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta didik diperoleh nilai 3,4 dengan kriteria praktis. Hal ini, menyatakan bahwa media Virtual lab yang dikembangkan dapat membantu meningkatkan berfikir kritis mahasiswa. Hal ini sejalan menurut, Budhu (2002) bahwa kegiatan pembelajaran yang menggunakan virtual lab memungkinkan mahasiswa lebih mandiri dan kritis.

Tampilan video, animasi yang ada pada media virtual lab yang dikembangkan sangat interaktif dan mudah digunakan sehingga pembelajaran menjadi menyenangkan. Virtual lab didefinisikan sebagai suatu bentuk objek multimedia interaktif. Objek multimedia interaktif terdiri dari bermacam format heterogen, termasuk teks, hiperteks, suara, gambar, animasi, video, dan grafik (Sypsas, 2018; Bajpai, 2015; Gunawan, 2017). Virtual lab merupakan objek multimedia interaktif yang kompleks dan termasuk bentuk digital baru, dengan tujuan pembelajaran implisit atau eksplisit (Hermansyah, 2017; Ismail, 2016). Virtual lab dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik khususnya untuk melakukan praktikum baik melalui atau tanpa akses internet sehingga peserta didik tersebut tidak perlu hadir untuk mengikuti praktikum di ruang laboratorium. Hal ini, menjadi pembelajaran efektif karena peserta didik dapat belajar sendiri secara aktif tanpa bantuan instruktur ataupun asisten seperti sistem yang berjalan. Dengan format tampilan berbasis web cukup membantu pesertadidik untuk dapat mengikuti praktikum secara

mandiri (Sypsas, 2018; Bajpai, 2015; Ismail, 2016). Virtual lab juga dapat memungkinkan akses jarak jauh terhadap instrumen pengukuran, kamera video, mikrofon, rangkaian listrik dan mekanik, reaksi kimia, percobaan biologi (IPA), dan sebagainya (Aripin, 2020).

Penggunaan media virtual lab secara mandiri mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Zuhelmi, dkk. (2017) menambahkan bahwa pemanfaatan virtual lab dapat mendorong peserta didik untuk menganalisis, mengkritik, dan mencapai kesimpulan sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Kapilan, dkk. (2021) bahwa penggunaan virtual lab dalam praktikum mampu memvisualisasikan konsep materi yang abstrak menjadi lebih kongkrit sehingga peserta didik tertantang untuk menganalisis, mengkritik, dan membuat kesimpulan terhadap konsep yang dipelajari. Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik disebabkan karena peserta didik terbiasa melaksanakan langkah-langkah pembelajaran STEM. Langkah-langkah pembelajaran STEM yang terintegrasi kedalam virtual lab memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir kritis melalui pemecahan masalah, pengambilan keputusan, menganalisis asumsi, mengevaluasi dan melakukan penyelidikan serta mengkreasi pengalaman baru. Sejalan dengan penelitian Baharin, dkk. (2018) bahwa pembelajaran STEM mampu memberikan pengalaman belajar bermakna bagi peserta didik pada pembelajaran abad 21 karena pembelajaran ini dapat mengintegrasikan antara literasi sains, pengetahuan, pemanfaatan teknologi, dan literasi matematis. Selanjutnya, Thibaut (2018); Aripin (2020); Ismail (2016) menambahkan bahwa pembelajaran STEM dapat menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui tahap mengevaluasi.

Efektifitas Media Virtual laboratorium

Berdasarkan hasil belajar yang telah dicapai, maka terlihat bahwa pembelajaran dengan menggunakan Media virtual lab berbasis pendekatan STEM pada materi Besaran dan Satuan dapat membantu pesertadidik dalam memahami materi sehingga memperoleh hasil yang baik. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata yang diperoleh siswa yaitu 84,9 berada di atas KKM matakuliah yaitu 80 dan secara klasikal pembelajaran KONSEP IPA dengan menggunakan media virtual lab berbasis pendekatan STEM dikatakan tuntas, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil posttest dan pretest pemahaman konsep berbasis STEM

Komponen	Pretest	Posttest	g
Jumlah Subjek	30	30	
Standar deviasi	4,69	4,62	
Mean	78,7	84,9	0,66
Nilai tertinggi	85	95	
Nilai terendah	70	75	

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa rata-rata posttest sebesar 4,62% yang mengalami penurunan dari rata-rata pretest 4,69% sebesar 0,07%. Namun secara ternormalisasi pada penghitungan gain pada sebesar 0,66 dengan kriteria sedang. Hal ini menunjukkan bahwa, terjadi peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep materi yang disajikan dalam virtual lab yang dikembangkan. Hal ini sejalan menurut pendapat Gunawan (2017) bahwa penggunaan virtual lab dapat meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kritis. Menurut Zubaidah (2010) berpikir kritis adalah proses mental untuk menganalisis atau mengevaluasi informasi. Informasi tersebut bisa didapatkan dari hasil pengamatan, pengalaman, akal sehat atau komunikasi. Selain itu, Gunawan (2017); Sypsas (2018); Sari (2021) menyatakan bahwa berpikir kritis sebagai

pengaturan diri dalam memutuskan (judging) sesuatu yang menghasilkan interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi, maupun pemaparan menggunakan suatu bukti, konsep, metodologi, kriteria, atau pertimbangan kontekstual yang menjadi dasar dibuatnya keputusan.

Dalam penelitian ini, ada lima indikator berpikir kritis yang digunakan, yaitu truth-seeking, openmindedness, analyticity, systematicity, dan inquisitiveness. Indikator ini dipilih dari tujuh indikator yang dikembangkan Facione (2009). Pemilihan didasarkan pada pertimbangan kesesuaian dengan karakteristik materi dan model pembelajaran yang digunakan. Dari hasil *n gain* yang diperoleh dapat diartikan bahwa kegiatan praktikum dengan virtual lab sangat membantu peserta didik dalam mengambil keputusan untuk mencari kebenaran dan menarik kesimpulan dengan benar, dengan kata lain pembelajaran praktikum sangat efektif menggunakan virtual lab. Sejalan dengan penelitian Kapilan, dkk., (2021) virtual lab dapat membantu peserta didik untuk memahami materi pembelajaran yang sedang dipelajari. Hal ini dikarenakan materinya yang cukup aplikatif dan lebih banyak animasi sehingga virtual lab efektif digunakan sebagai media pembelajaran.

Kesimpulan

Media virtual lab yang dihasilkan untuk mahasiswa program studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Bung Hatta dinyatakan valid oleh ahli materi, bahasa dan desain. Berdasarkan uji coba keterlaksanaan media Virtual Lab berada pada kategori sangat praktis. Penilaian hasil belajar mahasiswa menunjukkan ketuntasan melebihi batas minimal pada penghitungan *gain* pada sebesar 0,66 dengan kriteria sedang. Oleh karena itu, media virtual laboratorium yang dikembangkan untuk mahasiswa program studi pendidikan guru sekolah dasar berbasis STEM dinyatakan efektif. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dihasilkan media virtual lab berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa yang valid, praktis dan efektif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua tim yang terlibat dalam penelitian ini, terkhusus kepada LPPM Universitas Bung Hatta yang telah mendanai penelitian ini hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Arikunto, S. 2013. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Alneyadi, S. 2019. Virtual lab implementation in science literacy: Emirati science teachers' perspectives. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(12): 1-10.
- Aripin, I. & Suryaningsih, Y. 2020. Developing btem-based virtual biology laboratory to improve students' critical thinking skills on the concept of bacteria. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2):216-227.
- Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U.K.A. 2018. Integrating STEM education approach in enhancing higher order thinking skills. *International Journal of Academic Research*

- in Business and Social Sciences, 8(7):810–822. <http://doi.10.6007/IJARBSS/v8-i7/4421>.
- Bajpai, M. & Kumar, A. 2015. Effect of the virtual laboratory on students' conceptual achievement in physics. *International Journal of Current Research*, 7(2):12808–12813.
- Bustami, Y., Riyati, Y., & Julung, H. 2019. Think talk write with pictured cards on human digestive system: impact of critical thinking skills. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1):13-23. <http://doi.10.21009/biosferjpb.v12n1.13-23>.
- Bybee, R.W. 2011. Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding a framework for K12 science education. *handbook of conversation design for instructional applications*. *Science Scope*, 35(4):6-11. <http://doi.10.4018/978-1-59904-597-9.ch013>.
- Budhu, M. 2002. Virtual Laboratories for Engineering Education. Paper Presented at International Conference on Engineering Education. Manchester, U.K. August 18-21.
- Cahyono, B. 2017. Analisis ketrampilan berfikir kritis dalam memecahkan masalah ditinjau perbedaan gender. *Aksioma*, 8(1):50–64. <http://doi.10.26877/aks.v8i1.1510>.
- Cheng, K. 2004. Using online homeworks systems enhances student. Learning of physics concept in an introductory physics course. *American Journal of Physics*. 72 (11):1447-1453.
- Daniel, S.J. 2020. Education and the Covid-19 pandemic. *Prospects*, 49(1):91-96.
- Facione, P. 2011. Critical thinking: What it is and why it counts. *insight assessment*.
- Faqih, A. 2015. Optimalisasi Pemanfaatan KIT-IPA PGSD Untuk Peningkatan Keterampilan Proses Sains Pada Pelaksanaan Tutorial Praktikum IPA di SD. *Widyagogik*, 2(2):1-14
- Gunawan, A. Harjono, H., & Sahidu, L.H. 2017. Virtual laboratory of electricity concept to improve prospective physics teachers creativity. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 13(2):102–111.
- Handayani, R. 2020. Students' critical thinking skills in a classroom debate. *LLT Journal: A Journal on Language and Language Teaching*, 19(2):132–140. <http://doi.10.24071/llt.2016.190208>
- Hermansyah, H., Gunawan, G., & Herayanti, L. 2017. Pengaruh penggunaan laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi getaran dan gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(2):97-102.
- Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. 2016. Efektivitas virtual lab berbasis STEM dalam meningkatkan literasi sains siswa dengan perbedaan gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2):190-201.

- Jariyah, I.A. & Tyastirin, E. 2020. Proses dan Kendala Pembelajaran Biologi di Masa Pandemi Covid-19: Analisis Respon Mahasiswa. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika*, 4(2):183-196.
- Kapilan, N., Vidhya, P., & Gao, X.Z. 2021. Virtual laboratory: A boon to the mechanical engineering education during covid-19 pandemic. *Higher Education for the Future*, 8(1):31-46.
- Lestari, D.A.B., Astuti, B., & Darsono, T. 2018. Implementasi LKS dengan pendekatan STEM (science, technology, engineering, and mathematics) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal pendidikan fisika dan teknologi*, 4(2):202-207.
- Lubis, I.R. & Ikhsan, J. 2015. Pengembangan media pembelajaran kimia berbasis android untuk meningkatkan motivasi belajar dan prestasi kognitif peserta didik SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(2):191-201.
- Muliyardi. 2006. Pengembangan Model Pembelajaran Matematika Menggunakan Komik di Kelas I Sekolah Dasar. Disertasi tidak diterbitkan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Pratama, H.C., Wahyuni, F.R.E., & Pelipa, E.D. 2017. Penerapan metode pembelajaran problem solving terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada pokok bahasan sistem pencernaan manusia di kelas viii sekolah menengah pertama negeri 1 Selimbau tahun pelajaran 2016/2017. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 2(1):1-8. <http://doi.10.31932/jpbio.v1i1.206>.
- Permana, T.I., Hindun, I., Rofi'ah, N.L., & Azizah, A.S.N. 2019. Critical thinking skills: The academic ability, mastering concepts and analytical skill of undergraduate students. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 5(1):1–8. DOI: 10.22219/jpbi.v5i1.7626.
- Pokhrel, S. & Chhetri, R. 2021. A literature review on impact of Covid-19 pandemic on teaching and learning. *Higher Education for the Future*, 8(1):133-141.
- Santhalia, P. & Sampebatu, E. 2020. Pengembangan multimedia interaktif dalam membantu pembelajaran fisika di era Covid-19. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(2):165-175. <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i2.31985>.
- Sari, R.T. 2016. Analisis Perencanaan Pembelajaran IPA pada Materi Ekosistem Kelas XII SMK Negeri 4 Padang. *Varia Pendidikan Kajian Penelitian Pendidikan*, 28(2):0852-0976.
- Sari, R.T. & Angreni, S. 2021. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa PGSD dalam Pembelajaran IPA Menggunakan Penuntun Pratikum Berbasis Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar (JP2SD)*, 9(1):40-47.
- Saraswati, N.L.P.A. & Mertayasa, I.N.E. 2020. Pembelajaran praktikum kimia pada masa pandemi covid-19: qualitative content analysis kecenderungan pemanfaatan teknologi daring. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 14(2):144-161.

- Sypsas, A. & Kalles, D. 2018. Virtual laboratories in biology, biotechnology and chemistry education: a literature review. Proceedings of the 22nd Pan-Hellenic Conference on Informatics (pp. 70-75).
- Trianto, 2012. Model Pembelajaran Terpadu Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP). Jakarta: Bumi Aksara.
- Wahyuni, S. 2015. Pengembangan Petunjuk Praktikum IPA Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 20(2): 196-203.
- Zubaidah, S. 2010. Berpikir Kritis: kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran sains. Makalah Seminar Nasional Sains dengan Tema Optimalisasi Sains untuk memberdayakan Manusia. Pascasarjana Unesa, 16(2): 1-14.
- Zulfaneti, Z., Edriati, S., & Mukhni, M. 2018. Enhancing students' critical thinking skills through critical thinking assessment in calculus course. *Journal of Physics: Conference Series*, 948(1): 1–7. <http://doi:10.1088/1742-6596/948/1/012031>.
- Zulhelmi, Z., Adlim, A., & Mahidin, M. 2017. Pengaruh media pembelajaran interaktif terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5(1): 72–80. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JPSI/article/view/8414/680>.