

KETERAMPILAN PROSES SAINS MAHASISWA MELALUI PENGGUNAAN MEDIA LABORATORIUM VIRTUAL PADA MATA KULIAH FISIKA DASAR UNIVERSITAS PAPUA

Sri Wahyu Widyaningsih¹² dan Irfan Yusuf¹³

Abstrak. Keterampilan Proses Sains (KPS) adalah salah satu keterampilan penting dalam praktikum untuk memahami proses ilmiah dan materi pelajaran sains. Nilai praktikum mahasiswa yang memprogram mata kuliah fisika dasar di Universitas Papua pada umumnya dalam kategori rendah. Nilai rendah dapat dikaitkan dengan rendahnya KPS mahasiswa. Penelitian ini menggunakan desain One-Shot Case Study yaitu menerapkan media laboratorium virtual (Lab-Vir) dalam pembelajaran, selanjutnya mengukur KPS mahasiswa berdasarkan soal KPS yang diberikan pada akhir pembelajaran. Purposive sample digunakan untuk memilih kelas jurusan pendidikan fisika dan matematika yang memprogram mata kuliah fisika dasar yaitu berjumlah 35 orang. KPS mahasiswanya yang diukur meliputi mengidentifikasi variabel, mengungkapkan pengertian variabel, menginterpretasi data, mengklasifikasi data, menghubungkan antar data, memformulasikan model, menarik kesimpulan, dan menyatakan praduga sementara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa KPS mahasiswa secara keseluruhan $70,9 \pm SD 11,6$ atau berada dalam kategori baik.

Kata Kunci: Lab-Vir dan KPS

PENDAHULUAN

Mata kuliah Fisika Dasar merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa jurusan eksak di Universitas Papua (UNIPA). Mata kuliah ini tidak hanya mengutamakan aspek hasil saja, namun juga aspek proses. Aspek proses yaitu keterampilan-keterampilan yang akan tumbuh selama proses memperoleh pengetahuan mengenai materi tersebut. Keterampilan-keterampilan tersebut salah satunya adalah Keterampilan Proses Sains (KPS).

Berdasarkan pengamatan nilai praktikum mahasiswa yang memprogram praktikum fisika dasar di Universitas Papua pada umumnya berada dalam kategori rendah. Nilai tertinggi dari berbagai jurusan yaitu jurusan pendidikan fisika dan matematika dengan ketuntasan belajar klasikal 55,70% dari standar nilai kelulusan 60 dengan rerata nilai $47,68 \pm SD 32,80$. Rendahnya nilai tersebut dapat dikaitkan dengan KPS mahasiswa yang rendah. Kegiatan laboratorium berkaitan dengan kinerja ilmiah yang membutuhkan keterampilan (Ravichandran & Saravanakumar, 2013). KPS melibatkan seluruh komponen keterampilan kognitif, manual, dan sosial. Keterampilan kognitif atau

¹² Dosen Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNIPA

¹³ Dosen Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNIPA

intelektual terlibat karena dalam melakukan KPS mahasiswa menggunakan pikiran dan pengetahuannya. Keterampilan manual dibutuhkan dalam KPS karena melibatkan penggunaan alat dan bahan, pengukuran, penyusunan, atau perakitan alat. Keterampilan sosial dimaksudkan bahwa mereka berinteraksi dengan sesamanya dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar misalnya mendiskusikan hasil pengamatan (Rustaman dalam Tasiwan, 2015). Menurut Sultan (2014) KPS merupakan kemampuan dalam mengamati, menginterferensi, mengukur, mengomunikasikan, merumuskan hipotesis, dan melakukan eksperimen untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan konsep-konsep, prinsip-prinsip, hukum-hukum, dan teori-teori. Ada enam dasar KPS yaitu: 1) pengamatan (*observation*), 2) komunikasi (*communication*), 3) pengelompokan (*classification*), 4) pengukuran (*measurement*), 5) kesimpulan (*inference*) dan 6) ramalan (*prediction*). Indikator KPS yang diukur dalam penelitian ini meliputi mengidentifikasi variabel, mengungkapkan pengertian variabel, menginterpretasi data, mengklasifikasi data, menghubungkan antar data, memformulasikan model, menarik kesimpulan, dan menyatakan praduga sementara. KPS tersebut dapat diamati jika mahasiswa melakukan kegiatan praktikum.

Melalui perkembangan teknologi saat ini, praktikum dapat dirancang dengan TIK salah satunya yaitu menggunakan Laboratorium Virtual (Lab-Vir). Lab-Vir adalah serangkaian program komputer yang dapat memvisualisasikan fenomena yang abstrak atau percobaan yang rumit dilakukan di laboratorium nyata, sehingga dapat meningkatkan aktivitas belajar dalam upaya mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan (Yusuf, I, dkk. 2015: 190). Jenis-jenis eksperimen yang dilakukan dalam Lab-Vir dapat dibagi menjadi dua percobaan yaitu percobaan terbuka dan tertutup. Dalam percobaan terbuka, peserta didik hanya tahu tujuan dari eksperimen dan alat yang akan digunakan. Peserta didik mengikuti metode *trial and error* dan diharapkan dapat menemukan sendiri suatu konsep yang dipelajari. Pada tipe ini, pendekatan induksi digunakan. Adapun percobaan tertutup, peserta didik mengetahui tujuan, nama-nama alat-alat yang akan digunakan dan urutan tindakan. Peserta didik diminta untuk mengumpulkan data untuk mencapai hasil sesuai tujuan percobaan. Dalam percobaan tertutup, peserta didik dituntun untuk melakukan percobaan sesuai dengan langkah-langkah yang telah disediakan (Sari & Yilmaz, 2015). Lab-Vir yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis percobaan tertutup yang didalamnya terdapat penuntun

dan lembar kerja bagi mahasiswa. Sehingga diharapkan melalui tuntunan tersebut, mahasiswa dapat terampil dan memahami konsep dengan baik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan *Pre-Eksperimental Design (nondesign)* jenis *One-Shot Case Study*. KPS diukur setelah penerapan pembelajaran menggunakan media Lab-Vir. Sampel dalam penelitian ini yaitu kelas jurusan pendidikan fisika dan matematika yang memprogram mata kuliah fisika dasar semester genap tahun akademik 2015/2016 yaitu berjumlah 35 orang. Pemilihan sampel (*purposive sample*) dimaksudkan dengan pertimbangan bahwa kedua jurusan tersebut memiliki rerata nilai hasil belajar fisika dasar yang cukup baik dibandingkan dengan jurusan lainnya yang ada di Universitas Papua meskipun masih berada dalam kategori rendah dan belum memenuhi ketuntasan klasikal. Kedua jurusan tersebut juga sangat membutuhkan mata kuliah fisika dasar sebagai bekal untuk memahami konsep yang lebih tinggi sesuai dengan bidang keahliannya. Diharapkan dengan dasar tersebut dapat menumbuhkan KPS sebagai keterampilan untuk memahami konsep sains yang akan dipelajari lebih lanjut.

Teknik pengumpulan data KPS mahasiswa diperoleh melalui pemberian tes KPS diakhir pembelajaran. Untuk mengetahui bahwa proses ilmiah itu terjadi dan mahasiswa memahami konsep dengan baik, maka dalam soal tes KPS, mahasiswa dituntut untuk mengemukakan alasan mengapa ia memilih jawaban tersebut, sehingga dapat diinterpretasikan apakah mahasiswa hanya menebak, salah konsep, atau tidak memahami KPS yang diperoleh selama pembelajaran. Pengukuran KPS Mahasiswa setelah perkuliahan Fisika Dasar menggunakan Lab-Vir khususnya pada materi Radiasi Benda Hitam, Efek Fotolistrik dan Efek Compton dilakukan melalui pemberian soal tes KPS berdasarkan tinjauan setiap aspek KPS meliputi mengidentifikasi variabel, mengungkapkan pengertian variabel, menginterpretasi data, mengklasifikasi data, menghubungkan antar data, memformulasikan model, menarik kesimpulan, dan menyatakan praduga sementara.

Tabel 1. Sebaran Aspek KPS pada Setiap Indikator Soal

No.	Indikator Soal	No. Soal	Aspek KPS	Keterangan	
				Indikator	Aspek
1	Menjelaskan prinsip hukum pergeseran Wien pada radiasi benda hitam	1	8 dan 2	Pengamatan (<i>Observation</i>)	1. Mengidentifikasi Variabel
		2	8		

No.	Indikator Soal	No. Soal	Aspek KPS	Keterangan	
2	Menganalisis hubungan antara suhu dengan intensitas gelombang	3	5, 7, dan 8	Komunikasi (<i>Communication</i>)	2. Mengungkapkan pengertian variabel
		4	5, 7, dan 8		3. Menginterpretasi data
		5	5, 7, dan 8	Pengelompokan (<i>Classification</i>)	4. Mengklasifikasi Data
3	Menganalisis hubungan antara panjang gelombang dengan fluks yang terbentuk	6	5, 7, dan 8	Pengukuran (<i>Measurement</i>)	5. Menghubungkan Antar Data
		7	3		6. Memformulasikan Model
4	Menganalisis hubungan antara panjang gelombang dengan suhu	8	1 dan 3	Kesimpulan (<i>Inference</i>)	7. Menarik Kesimpulan
		9	5, 7, dan 8	Ramalan (<i>Prediction</i>)	8. Menyatakan Praduga Sementara
		10	5, 8, dan 6		
		17	6		
		18	6		
5	Menganalisis konstanta pergeseran Wien	11	7		
		12	3		
6	Menentukan pergeseran warna-warna spektrum berdasarkan pergeseran Wien	13	1, 4, dan 7		
		14	1, 4, dan 7		
		15	3 dan 2		
		16	7,1, dan 4		
7	Menjelaskan prinsip efek fotolistrik	20	2, 7, dan 8		
		21	1, 5, 7, dan 8		
		22	1, 5, 7, dan 8		
		23	1, 5, 7, dan 8		
		24	1, 3, dan 7		
		25	1 dan 3		
		26	7		
8	Menganalisis hubungan antara frekuensi, panjang gelombang dengan kuat arus yang timbul pada peristiwa efek fotolistrik untuk beberapa jenis logam	27	5, 7 dan 8		
		31	6		
9	Menganalisis hubungan antara tegangan/potensial penghenti dengan kuat arus listrik pada peristiwa efek fotolistrik untuk beberapa jenis logam	28	5, 7 dan 8		
		29	6		
		30	6		
10	Menentukan energi foton dari setiap perubahan frekuensi foton	32	6		
		33	6		
		39	3, 4, dan 6		
11	Menentukan energi kinetik elektron dari potensial penghenti	34	6		
		35	6		
		36	3, 4, dan 6		
12	Menentukan fungsi kerja logam	37	6		
		38	3, 4, dan 6		
13	Mengetahui prinsip efek Compton	40	2 dan 3		
		41	7 dan 8		
		42	1, 7, dan 8		

No.	Indikator Soal	No. Soal	Aspek KPS	Keterangan
14	Menganalisis hubungan antara panjang gelombang foton yang datang dengan sudut elektron setelah tumbukan	43	1, 3, dan 5	
15	Menganalisis hubungan antara panjang gelombang foton yang datang dengan panjang gelombang foton setelah tumbukan	44	6	
		45	1, 3, dan 7	
16	Menentukan pergeseran panjang gelombang foton setelah tumbukan	47	1, 3, 4, 7, dan 8	
		48	6	
17	Menentukan energi kinetik (gains recpol) elektron setelah tumbukan	46	1, 3, 7, dan 8	
		49	6	
		50	6	

Selanjutnya menghitung persentase penilaian untuk setiap pernyataan dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Interpretasi Skor

Persentase (%)	Kriteria
0 – 25	Sangat Kurang
26 – 50	Kurang
51 – 75	Baik
76 – 100	Sangat Baik

Sumber: Riduwan (2011: 15)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata persentase KPS mahasiswa setelah diajar dengan menggunakan media Lab-Vir berada dalam kategori baik.

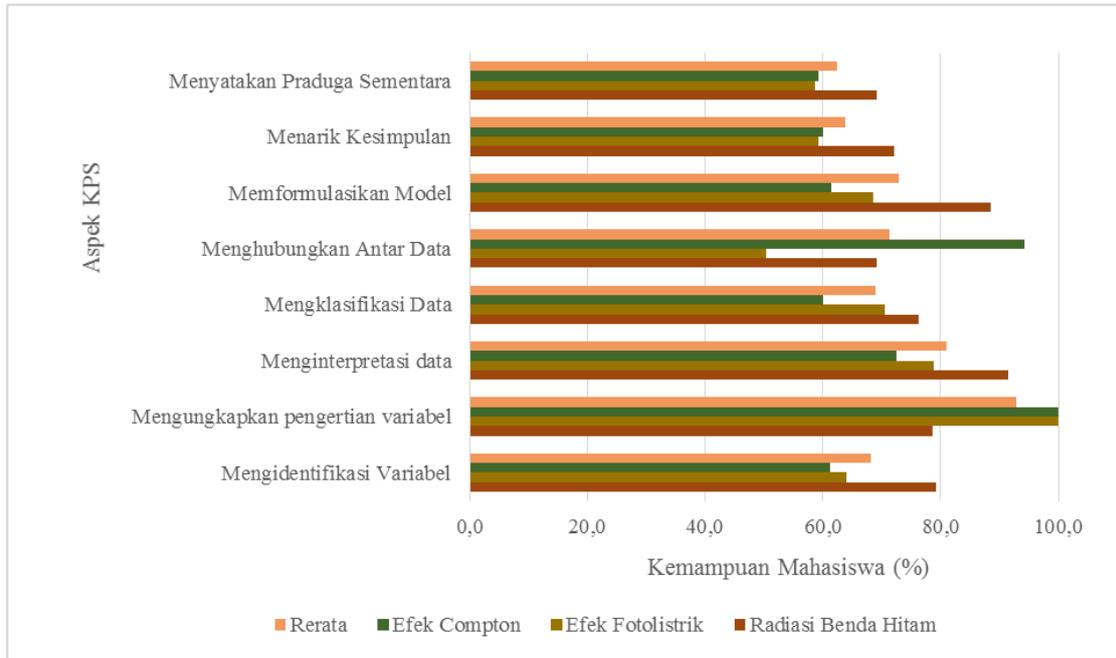
Tabel 3. Persentase KPS pada setiap unit percobaan Lab-Vir

Unit Percobaan	Persentase KPS (%)	Standar Deviasi (SD)	Kategori
Radiasi Benda Hitam	79,5	13,8	Sangat Baik
Efek Fotolistrik	66,0	15,9	Baik
Efek Compton	67,3	18,5	Baik
Rerata	70,9	11,6	Baik

Berdasarkan hasil analisis KPS pada setiap unit percobaan yaitu Radiasi Benda Hitam, Efek Fotolistrik, dan Efek Compton pada tabel 1 terlihat bahwa KPS mahasiswa pada unit percobaan radiasi benda hitam sangat baik dibandingkan dengan percobaan yang lainnya. Salah satu penyebabnya yaitu adanya perbedaan penggunaan atau cara pengukuran setiap besaran-besaran yang terdapat pada media Lab-Vir. Pada percobaan radiasi benda hitam, mahasiswa dapat mensimulasikan dengan mudah dan menganalisis secara langsung berbagai besaran fisika seperti perubahan suhu, panjang gelombang, fluks dan spektrum warna yang terbentuk. Namun, pada percobaan efek fotolistrik, dibutuhkan ketelitian dalam mengatur potensial penghenti sehingga pembacaan ammeter tepat sama dengan nol. Demikian pula pada percobaan efek Compton, ketelitian dalam pengukuran sudut elektron maupun foton sangat diperlukan sehingga diperoleh hasil yang akurat. Namun demikian, hal ini dapat dilakukan dengan baik oleh mahasiswa karena pada penuntun percobaan disediakan berbagai prosedur yang jelas untuk memahami suatu konsep dalam mengembangkan KPS mahasiswa. Hal ini sejalan dengan Sukarno, dkk (2013) bahwa pengajar perlu mengembangkan perangkat pembelajaran sains yang baik sehingga dapat mengembangkan KPS peserta didik.

Selain perbedaan fasilitas atau navigasi besaran-besaran dalam Lab-Vir, juga tingkat kesulitan materi yang berbeda. Pada percobaan radiasi benda hitam, mahasiswa cukup membuktikan persamaan hukum Wien dan menganalisis hubungan besaran-besaran yang diukur sehingga pada soal KPS terkait percobaan tersebut tidak banyak perhitungan atau penerapan persamaan fisika yang rumit. Lain halnya pada percobaan efek fotolistrik maupun efek Compton, terdapat berbagai penerapan persamaan yang cukup rumit pada soal KPS sehingga dituntut mahasiswa menyelesaikan soal tersebut berdasarkan pengalaman mereka belajar dengan menggunakan media Lab-Vir. Namun demikian, diperoleh hasil KPS secara keseluruhan yaitu $70,9 \pm SD 11,6$ atau berada dalam kategori baik. Sebagaimana menurut Yusuf, dkk (2015) bahwa melalui media Lab-Vir dapat menumbuhkan aktivitas belajar meliputi aktivitas mencari konsep dan melakukan latihan sehingga peserta didik terlibat aktif dalam penyelesaian suatu permasalahan yang diorientasikan dalam pembelajaran. Selain itu, Elsunni & Abdelwahed (2014) bahwa media Lab-Vir efisien digunakan dalam pelajaran sains dan dapat meningkatkan keterampilan peserta didik dalam melakukan eksperimen.

Berdasarkan analisis pada setiap indikator KPS gambar 1 diperoleh bahwa mahasiswa memperoleh sebaran nilai KPS yang baik pada setiap aspek KPS. Sebagian besar mahasiswa memiliki kemampuan yang baik dalam menyelesaikan soal KPS yang diberikan pada akhir pembelajaran.



Gambar 1. Kemampuan Mahasiswa Ditinjau dari Setiap Aspek KPS

Pada aspek mengidentifikasi variabel diperoleh persentase 68,1%, terdapat beberapa mahasiswa masih kesulitan mengidentifikasi variabel bebas, variabel terikat, maupun variabel kontrol dalam soal KPS yang diberikan. Hal ini disebabkan karena pada percobaan virtual yang dilakukan terdapat berbagai besaran yang dimanipulasi sehingga mereka masih kurang memahami variabel yang perlu dikontrol maupun variabel yang ikut berubah akibat perubahan dari suatu variabel. Salah satu solusi yaitu perlu diberikan tuntunan dan pemahaman awal kepada mahasiswa tentang perbedaan antara variabel bebas, terikat, maupun variabel kontrol dalam percobaan. Namun pada aspek mengungkapkan pengertian variabel diperoleh 92,9% yang menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa dapat mengungkapkan pengertian variabel dengan benar demikian pula pada aspek menginterpretasi data diperoleh 81,0% menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mampu memahami besaran-besaran terkait data-data yang diperoleh berdasarkan percobaan.

Pada aspek mengklasifikasi data diperoleh persentase 68,9% menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam mengelompokkan data-data pada soal KPS yang diberikan. Hal ini disebabkan pada saat mahasiswa melakukan pengambilan data seperti pada percobaan efek fotolistrik terdapat kesulitan saat mereka mengontrol tegangan penghenti agar arus listrik yang terbaca pada ammeter tepat sama dengan nol. Demikian pula pada percobaan efek Compton, terdapat beberapa mahasiswa masih kesulitan dalam menggunakan *tool* untuk mengukur sudut yang terbentuk akibat tumbukan foton dengan elektron bebas pada logam. Salah satu solusi yaitu hendaknya mahasiswa diarahkan untuk bekerja sama dalam kelompok sehingga mereka dapat saling membantu, ada yang menggerakkan *tool* Lab-Vir dan ada pula mahasiswa yang mengamati pergerakan dan membaca hasil pengukuran dari suatu alat ukur. Hal ini sejalan dengan penelitian Azis & Yusuf (2013) pada pembelajaran berbasis media Lab Vir dituntut peserta didik terlibat secara aktif dalam proses, berinteraksi, dan berkomunikasi dengan sesamanya serta merefleksikan apa yang telah mereka pelajari. Selanjutnya menurut Musawi, dkk (2015) bahwa peserta didik dapat secara individu maupun kelompok dalam melakukan percobaan virtual yang memungkinkan mereka untuk melakukan percobaan lebih fleksibel dan dengan cara yang interaktif.

Pada aspek menghubungkan antar data diperoleh 71,2% yang menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mampu mengaitkan hubungan antar variabel atau besaran-besaran yang terdapat pada Lab-Vir melalui soal KPS yang diberikan. Demikian pula pada aspek memformulasikan model diperoleh 72,9% yang menunjukkan bahwa mahasiswa dapat melakukan perhitungan dengan benar menggunakan persamaan untuk mengolah data-data yang disebutkan dalam soal KPS. Pada aspek menarik kesimpulan diperoleh 63,8% menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam menyimpulkan suatu konsep. Demikian pula pada aspek menyatakan praduga sementara diperoleh 62,3%. Perlunya pemahaman awal mahasiswa sebelum melakukan percobaan sangat dibutuhkan karena melalui pemahaman awal tersebut dapat dikaitkan untuk mempelajari materi yang lebih kompleks. Pemahaman awal tersebut dapat diperoleh oleh mahasiswa ketika menjalankan media Lab-Vir yaitu pada bagian pendahuluan terdapat fenomena-fenomena dalam kehidupan sehari-hari terkait materi fisika dasar yang akan dikaji lebih lanjut sebelum melakukan percobaan virtual. Pada media Lab-Vir menuntut kinerja mahasiswa untuk berkreasi dan

menemukan sendiri suatu konsep melalui manipulasi berbagai besaran-besaran fisika. Pembelajaran berbasis media Lab-Vir memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bereksplorasi, sehingga sangat memungkinkan mereka untuk selalu beraktivitas, bukan hanya mendengarkan dan mencatat (Yusuf & Subaer, 2013). Selanjutnya menurut Tsihouridis, dkk (2015) melalui penggunaan virtual lab, peserta didik dapat melakukan abstraksi berbagai fenomena fisika terutama pada konsep mikroskopis seperti pada materi rangkaian listrik.

Percobaan virtual pada mata kuliah fisika dasar efektif mengembangkan KPS mahasiswa. Mahasiswa dapat terampil melakukan percobaan layaknya pada percobaan nyata di laboratorium, namun tidak diklaim bahwa Lab-Vir lebih efektif dibandingkan dengan laboraotirium rill, melainkan Lab-Vir dipandang sebagai salah satu alternatif jika peralatan laboraotirium kurang memadai, atau sarana latihan sebelum melakukan percobaan rill karena alasan keselamatan alat maupun keselamatan praktikan jika langsung melakukan percobaan rill. Sebagaimana menurut Tatli & Ayas (2012) bahwa laboratorium virtual sebagai faktor yang mendukung untuk laboratorium nyata, memperkaya pengalaman belajar peserta didik dan menawarkan peserta didik untuk melakukan percobaan, untuk mengontrol bahan dan peralatan, untuk mengumpulkan data, untuk melakukan percobaan secara interaktif, dan untuk mempersiapkan laporan untuk percobaan serta mengembangkan keterampilan bereksperimen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa KPS mahasiswa yang diukur di akhir pembelajaran yaitu $70,9 \pm SD 11,6$ atau berada dalam kategori baik. Pembelajaran menggunakan media Lab-Vir efektif digunakan dalam mengembangkan KPS mahasiswa. Mahasiswa dapat mengidentifikasi variabel, mengungkapkan pengertian variabel, menginterpretasi data, mengklasifikasi data, menghubungkan antar data, memformulasikan model, menarik kesimpulan, dan menyatakan praduga sementara.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini maka dapat disarankan bahwa penggunaan media Lab-Vir dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif tepat yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran fisika dasar khususnya untuk menumbuhkan KPS mahasiswa terutama jika keterbatasan sarana dan prasarana laboratorium. Untuk lebih mengoptimalkan implementasi media Lab-Vir dalam menumbuhkan KPS mahasiswa,

dapat ditunjang dengan penyajian fenomena-fenomena terkait percobaan yang akan dilakukan sehingga memicu keingintahuan mahasiswa. Semoga hasil penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengkaitkan aspek-aspek yang belum diteliti sehingga lebih bermanfaat bagi dunia pendidikan khususnya di Papua.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, A., & Yusuf, I. (2013). Aktivitas dan Persepsi Peserta Didik dalam Implementasi Laboratorium Virtual pada Materi Fisika Modern di SMA. *Berkala Fisika Widyaningsih, S. W., & Yusuf, I. (2015). Penerapan Pembelajaran Listrik Dinamis Model Kooperatif Tipe Stad Menggunakan Pendekatan Ctdengan Integrasi Nilai-Nilai Karakter Terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Peserta Didik. Pancaran Pendidikan, 4(2), 223-234.*
- Elsunni, & Abdelwahed, H. (2014). Stakeholders Perspective on the Efficiency of the Virtual Laboratory in the Development of Students Scientific Research Skills in Science. *American International Journal of Social Science. 3(2), 166-171.*
- Musawi, A., Ambusaidi, A., Balushi, S., & Balushi, K. (2015). Effectiveness Of E-Lab Use In Science Teaching At The Omani Schools. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 14(1), 45-52.*
- Ravichandran, T & Saravanakumar, A.R., (2013). Enhancing Biological Sciences Laboratory Experimental Skills Through Virtual Laboratory Techniques. *Indian Journal Of Research, 2(4), 70-72.*
- Tasiwan. (2015). Efek Pembelajaran Berbasis Proyek Terbimbing terhadap Perkembangan Keterampilan Proses dan Sikap Sains Siwa. *Berkala Fisika Indonesia, 7(2), 39-48.*
- Tsihouridis, C., Ioannidis, G.S., Vavougiou, D., & Alexias, A. (2015). The effect of teaching electric circuits switching from real to virtual lab or vice versa –A case study with junior high-school learners. *Proceedings International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL). 20-24 September 2015, Florence, Italy.*
- Sukarno, Permanasari, A., & Hamidah, I. (2013). Science Teacher Understanding to Science Process Skills and Implications for Science Learning at Junior High School (Case Study in Jambi). *International Journal of Science and Research (IJSR), 2(6), 450-454.*

- Sultan, A.D. (2011). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif dengan Pendekatan Penemuan Terbimbing untuk meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 1(3), 203-207.
- Sari, O & Yilmaz, S. (2015). Effects of Virtual Experiments Oriented Science Instruction on Students' Achievement and Attitude. *Elementary Education Online*, 14(2), 609-620.
- Tatli, Z & Ayas, A. (2012). Virtual Chemistry Laboratory: Effect Of Constructivist Learning Environment. *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE*, 13(1), 183-199.
- Yusuf, I., & Subaer. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Laboratorium Virtual Pada Materi Dualisme Gelombang Partikel di SMA Tut Wuri Handayani Makasar. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(2), 189-194.
- Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., & Purwati, D. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Modern Berbasis Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran Abad 21 dan Kurikulum 2013. *Pancaran Pendidikan*, 4(2), 189-200.

