Pengembangan Media *Virtual Laboratory* Untuk Meningkatkan Pemahaman Keterampilan Proses Sains Materi Histologi Hewan

The Development of Virtual Laboratory to Enhance Science Process Skill Understanding of Animal Histologi Material

¹V. Ivana Rosdianti, ²Paidi

1 Program Studi Pendidikan Biologi

2 Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta

Email: victoriaivana5@gmail.com, paidi@uny.ac.id

Abstrak. Penelitian bertujuan untuk menghasilkan *virtual laboratory* yang layak digunakan untuk materi histologi sistem sirkulasi dan *virtual laboratory* yang efektif untuk meningkatkan pemahaman keterampilan proses sains. Jenis penelitian adalah *Research and Development* dengan tahap pengembangan yaitu perencanaan, perancangan, dan pengembangan. Penelitian dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta dengan melibatkan mahasiswa semester VI untuk tes beta dan validasi produk melibatkan mahasiswa semester IV. Teknik pengumpulan data menggunakan lembar penilaian kelayakan produk dan tes pemahaman keterampilan proses sains. Uji hipotesis dalam penelitian menggunakan uji t dengan probabilitas $<0,05$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi layak digunakan ditinjau dari segi materi dan media. Penilaian dari ahli materi dan ahli media berkategori “sangat baik”, dan penilaian dari pengajar dan peserta didik berkategori “baik”. Penerapan *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi efektif untuk meningkatkan pemahaman keterampilan proses sains pada mahasiswa ditunjukkan dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,050$.

Kata kunci: histologi sistem sirkulasi; keterampilan proses sains; *virtual laboratory*

1. Pendahuluan

Pembelajaran biologi hakekatnya merupakan proses pembelajaran yang menekankan pada pengalaman secara langsung. Dengan pengalaman secara langsung, mahasiswa dapat lebih mudah untuk mencari informasi dengan menggunakan panca indra, sehingga mahasiswa menemukan konsep untuk memecahkan persoalan yang diberikan. Persoalan-persoalan yang diberikan tersebut dapat berupa kejadian yang ada di lingkungan. Pengalaman secara langsung dapat diberikan

kepada mahasiswa dengan melakukan kegiatan praktikum.

Kendala yang sering dihadapi dalam pelaksanaan kegiatan praktikum dalam pembelajaran biologi adalah keterbatasan sumber daya berupa alat dan bahan-bahan praktikum, kurang memadainya ruang laboratorium, kurangnya alokasi waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan praktikum dan mahasiswa tidak dapat mengulang kegiatan praktikum di rumah.

Materi yang diambil dalam penelitian ini adalah materi histologi hewan. Materi histologi hewan mencakup mengenai pembuatan dan pengamatan preparat histologi. Materi histologi hewan memiliki karakteristik khusus, yaitu mempelajari mengenai struktur tubuh hewan dari segi mikroskopis. Pengamatan mengenai struktur tubuh hewan dapat dilakukan dengan menggunakan preparat histologi. Pembuatan preparat histologi membutuhkan hewan sebagai bahan percobaan dengan hanya mengambil 3-5 μm potong organ pada hewan.

Kegiatan praktikum menggunakan hewan yang dilakukan secara terus menerus dapat mengurangi jumlah populasi hewan. Di beberapa Negara, penggunaan hewan dalam riset penelitian sudah mulai diminimalisir. Peminimalisiran ini dilakukan karena cenderung mengambil hak hewan untuk hidup. Hewan yang digunakan dalam penelitian tidak jarang mengalami kesakitan, kecacatan, sampai kematian. Kegiatan percobaan atau penelitian perlu menerapkan prinsip 3R menurut Russell & Burch (Ridwan, 2013: pp.114-115) yaitu *Replacement*, *Reduction* dan *Refinement*.

Hasil wawancara dengan dosen Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma menunjukkan bahwa pembuatan preparat histologi memiliki tingkat kesulitan yang tinggi, sehingga dalam praktikum pembuatan preparat histologi memiliki tingkat kegagalan yang tinggi pula. Selain itu, pembuatan preparat histologi dari proses pengambilan jaringan hingga preparat dapat diamati membutuhkan waktu yang cukup lama. Laboratorium di Universitas Sanata Dharma belum terdapat laboratorium khusus untuk pengembangbiakan hewan percobaan. Hewan percobaan yang digunakan untuk kegiatan praktikum biasanya dibeli oleh mahasiswa dari toko hewan kemudian hanya diletakkan pada tempat yang kecil, sehingga menyebabkan ketidaknyamanan pada hewan.

Perkembangan IPTEK (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi) dapat memberikan solusi dalam kegiatan praktikum biologi, yaitu dengan sistem pembelajaran secara virtual dalam bentuk laboratorium

virtual (*virtual laboratory*). Laboratorium virtual adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (*software*) komputer, yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya (Muladi, 2011: p.1). *Virtual laboratory* dapat membantu mahasiswa dalam memahami cara kerja pembuatan preparat histologi hanya dengan menggunakan komputer atau laptop milik mahasiswa maupun yang disediakan oleh kampus.

Kelebihan *virtual laboratory* adalah ekonomis bahan dan alat praktikum, praktis digunakan peserta didik baik dalam proses pembelajaran di kelas maupun belajar mandiri, meningkatkan pemahaman karena dapat diulang jika belum paham, efektif waktu dalam melaksanakan eksperimen, dan aman dilaksanakan karena Kesehatan Keselamatan Kerja (K3) minimal. Kekurangan dari *virtual laboratory* adalah peserta didik tidak dapat secara langsung melakukan praktikum di laboratorium, sehingga kurang memberikan pengalaman nyata pada peserta didik dan tidak semua komputer dapat digunakan dan tidak dapat mengembangkan keterampilan *hand on*. Walaupun tidak dapat mengembangkan keterampilan *hand on*, tetapi *virtual laboratory* dapat meningkatkan keterampilan *mind on* (Wisudawati, 2015).

Budiyono (2009) menyatakan bahwa, karakteristik program laboratorium virtual adalah sebagai berikut: a) *Virtual laboratory* berisi alat-alat laboratorium yang dapat berfungsi sebagaimana alat-alat riil, b). Dapat dirangkai menjadi puluhan percobaan atau desain teknologi sederhana, c). Sangat mudah dioperasikan, satu komputer dapat digunakan untuk satu atau lebih pemakai, d). Dalam program ini aktivitas 100% ditangan pemakai, pemakai bebas melakukan eksplorasi/eksperimen. Selain itu, Hamida (2013) menyatakan bahwa karakteristik laboratorium virtual adalah program berisi alat-alat laboratorium yang berfungsi sebagaimana alat riil. Para siswa diajak untuk memberikan respon yang ada pada laboratorium virtual, kemudian komputer

akan merespon dan memberikan umpan balik segera pada siswa dalam bentuk *programmed instruction*.

Kegiatan pengamatan menggunakan media laboratorium virtual bertujuan untuk meningkatkan pemahaman keterampilan proses sains dan pemahaman konsep mahasiswa. Pada hakekatnya belajar biologi memiliki tiga dimensi yang saling terkait, yaitu dimensi proses, dimensi produk dan dimensi pengembangan sikap (Sulistiyorini, 2007). Dimensi produk terdiri atas pengetahuan tentang konsep, hukum, dalil, dan teori-teori sains; dimensi proses lebih dikenal dengan keterampilan proses (*scientific process*) yang terdiri atas observasi, klasifikasi, interpretasi, prediksi, hipotesis, pengendalian variabel, merencanakan dan melaksanakan penelitian, inferensi, aplikasi, dan komunikasi; dan dimensi pengembangan sikap, dalam sains dikenal dengan istilah sikap ilmiah (*scientific attitude*).

Pemahaman merupakan salah satu dari aspek kognitif hasil belajar. Menurut Bloom "Pemahaman (*comprehension*), aspek pemahaman ini mengacu pada kemampuan untuk mengerti dan memahami sesuatu setelah sesuatu itu diketahui atau diingat dan memaknai arti dari bahan maupun materi yang dipelajari". Pemahaman merupakan kemampuan yang dimiliki seseorang untuk menerjemahkan, menafsirkan, dan menyatakan sesuatu yang dipahami menggunakan bahasa sendiri.

2. Metode

Penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan atau yang sering disebut dengan *Research and Development* (R & D). Model pengembangan yang dipakai dalam penelitian ini adalah model pengembangan Alessi & Trollip dengan penyesuaian pada beberapa tahapan. Model Allesi dan Trollip terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu Perencanaan, Perancangan dan Pengembangan. Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas

Keterampilan proses sains merupakan keterampilan dalam melakukan kegiatan proses ilmiah. Untuk melakukan kegiatan dalam proses sains, peserta didik sebaiknya mengetahui dan memahami tentang keterampilan proses sains (kerja ilmiah). Menurut Harlen (1999), keterampilan proses sains tidak dapat dipisahkan dari pemahaman konseptual yang di dalamnya terdapat proses pembelajaran dan penerapan sains. Keterampilan proses sains merupakan keterampilan yang dibutuhkan oleh ilmuwan untuk melaksanakan serangkaian langkah logis guna mendapatkan dan membuktikan fakta-fakta secara ilmiah. Dalam bidang pendidikan, keterampilan proses sains dibutuhkan oleh siswa untuk menerapkan konsep dari fakta-fakta ilmiah sehingga memperoleh pemahaman konsep yang bersifat *long term memory*.

Rauf, dkk., dalam Iswatun, (2017) menyatakan bahwa keterampilan proses sains berfungsi sebagai tumpuan untuk keterampilan kognitif lainnya seperti berpikir logis, penalaran dan keterampilan pemecahan masalah. Untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa dapat dilakukan dengan pembelajaran berbasis laboratorium.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media laboratorium virtual yang layak digunakan untuk materi histologi sistem sirkulasi; menghasilkan media laboratorium virtual yang efektif untuk meningkatkan pemahaman keterampilan proses sains pada mahasiswa.

Sanata Dharma Yogyakarta pada bulan Mei 2017.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data kualitatif dan kuantitatif. Desain uji coba pengembangan media pembelajaran *virtual laboratory* ini meliputi tiga tahap, yaitu *alpha testing*, *beta testing* dan evaluasi sumatif (*validating*). Evaluasi sumatif dilakukan dengan desain quasi eksperimen, jenis rancangan penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest control group design* (Tabel 1).

Tabel 1. *Pretest-Posttest Control Group Design*

Grup	Pretest	Variabel independent	Posttest
E	YE ₁	X	YE ₂
C	YC ₁	-	YC ₂

Keterangan :

E : kelompok yang dikenakan perlakuan

C : kelompok yang tidak diberi perlakuan

YE₁ : pretest kelompok yang dikenakan perlakuan

YC₁ : pretest kelompok control

X : perlakuan

YE₂ : posttest kelompok yang dikenakan perlakuan

YC₂ : posttest kelompok control

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil tahap perancangan, yaitu *flowchat* dan *storyboard virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi dilakukan *alpha testing* oleh ahli materi dan ahli media. Hasil penilaian *alpha testing* dari ahli materi dapat dilihat pada **tabel 2**.

Berdasarkan tabel hasil penilaian *alpha testing* dari ahli materi, didapatkan bahwa skor untuk aspek pembelajaran adalah 4,4 yang termasuk pada kategori sangat baik. Skor untuk prinsip

dasar keterampilan adalah 4,7 yang termasuk pada kategori sangat baik. Skor untuk aspek materi adalah 4,1 yang termasuk pada kategori baik. Hasil penilaian ini menunjukkan kualitas media *virtual laboratory* dari segi materi dan pembelajaran yang dinilai oleh ahli materi dengan beberapa masukan dan saran untuk revisi produk agar produk dapat digunakan dalam pembelajaran.

Tabel 2. Hasil Penilaian *Alpha Testing* dari Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Skor	Kriteria
1	Aspek pembelajaran	4,4	Sangat baik
2	Aspek prinsip dasar keterampilan	4,7	Sangat baik
3	Aspek materi	4,1	Baik
	Rata-rata	4,4	Sangat baik

Hasil penilain *alpha testing* dari ahli media dapat dilihat pada **tabel 3**. Berdasarkan tabel hasil penilaian *alpha testing* dari ahli media, dapat dilihat bahwa skor rata-rata penilaian untuk rancangan dan daya tarik media adalah 4,45 yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hasil penilaian ini menunjukkan kualitas media *virtual laboratory* dari segi rancangan dan daya tarik media dengan beberapa masukan dan saran untuk revisi produk agar produk dapat digunakan dalam pembelajaran.

Media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi merupakan alat yang digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran. Menurut Gagne & Briggs *dalam* (Kustandi, 2011), mengatakan bahwa media pembelajaran terdiri dari alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pembelajaran. Alat-alat tersebut seperti buku, *tape recorder*, kaset, *video camera*, *film*, *silde*, Gambar, grafik, permainan, televisi dan komputer. Media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi dijalankan menggunakan komputer.

Tabel 3. Hasil Penilaian *Alpha Testing* dari Ahli Media

No.	Indikator	Skor	Kriteria
1	Kejelasan sasaran (<i>target audience</i>)	5	Sangat baik
2	Kejelasan narasi	4	Baik
3	Musik pengiring	5	Sangat baik
4	Tampilan video	4	Baik
5	Tampilan gambar	4	Baik
6	Penempatan tombol	5	Sangat baik
7	Keterbacaan teks	5	Sangat baik
8	Jenis huruf	5	Sangat baik
9	Ukuran huruf	5	Sangat baik
10	Komposisi warna	4	Baik
11	Tampilan tiap slide	5	Sangat baik
12	Kemenarikan tampilan	4	Baik
13	Konsistensi penyajian	4	Baik
14	Konsistensi tombol	5	Sangat baik
15	Interaksi siswa dengan media	5	Sangat baik
16	Pengaturan animasi	4	Baik
17	Kemudahan penggunaan	4	Baik
18	Kesesuaian umpan balik	4	Baik
19	Efisiensi setiap slide	4	Baik
20	Pembabakan setiap materi	4	Baik
Rata-rata		4,45	Sangat baik

Hasil Uji Coba Produk

Hasil Penilaian dari Peserta Didik

Hasil uji coba *beta testing* instrumen lembar penilaian kelayakan produk dari peserta didik dapat dilihat pada tabel 4. Berdasarkan tabel hasil penilaian *beta testing* dari peserta didik, dapat dilihat bahwa skor aspek pembelajaran dari peserta didik adalah 4 yang termasuk dalam kategori baik. Skor aspek prinsip dasar keterampilan adalah 4,1 yang termasuk dalam kategori baik. Skor aspek materi adalah 3,9

yang termasuk dalam kategori baik. Skor aspek media adalah 3,6 yang termasuk dalam kategori baik. Hasil penilaian ini menunjukkan kualitas media *virtual laboratory* dari aspek pembelajaran, prinsip dasar keterampilan, materi dan media dengan beberapa masukan dan saran untuk revisi produk agar produk dapat digunakan dalam pembelajaran.

Tabel 4. Hasil Penilaian *Beta Testing* dari Peserta Didik

No.	Aspek penilaian	Skor	Kriteria
1.	Aspek pembelajaran	4	Baik
2.	Aspek prinsip dasar keterampilan	4,1	Baik
3.	Aspek materi	3,9	Baik
4.	Aspek media	3,6	Baik
Rata-rata		3,9	Baik

Hasil Penilaian dari Pengajar

Hasil penilaian *beta testing* instrumen lembar penilaian kelayakan produk dari pengajar (dosen pembimbing) dapat dilihat pada **Tabel 5**. Berdasarkan tabel hasil penilaian *beta testing* dari pengajar (dosen pengampu), dapat dilihat bahwa skor aspek pembelajaran dari pengajar (dosen pengampu) adalah 4,3 yang termasuk dalam kategori sangat baik. Skor aspek prinsip dasar keterampilan adalah 3,7 yang termasuk dalam kategori baik. Skor aspek materi adalah

3,9 yang termasuk dalam kategori baik. Skor aspek media adalah 3,8 yang termasuk dalam kategori baik. Hasil penilaian ini menunjukkan kualitas media *virtual laboratory* dari aspek pembelajaran, prinsip dasar keterampilan, materi dan media dengan beberapa masukan dan saran untuk revisi produk agar produk dapat digunakan dalam pembelajaran.

Tabel 5. Hasil Penilaian *Beta Testing* dari Pengajar (Dosen Pembimbing)

No.	Aspek penilaian	Skor	Kriteria
1.	Aspek pembelajaran	4,3	Sangat Baik
2.	Aspek prinsip dasar keterampilan	3,7	Baik
3.	Aspek materi	3,9	Baik
4.	Aspek media	3,8	Baik
	Rata-rata	3,9	Baik

Hasil Uji Coba Soal Test

Soal *pretest* dan *posttest* pemahaman keterampilan proses sains histologi sistem sirkulasi pada mahasiswa diuji coba kepada 10 mahasiswa semester VI Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma. Soal *pretest* dan *posttest* pemahaman keterampilan proses sains masing-masing terdiri dari 7 soal uraian.

Hasil analisis per-item soal *pretest* pemahaman keterampilan proses sains dapat dilihat pada **Tabel 6**. Item soal dikategorikan valid/diterima dapat dilihat dari nilai *INFIT MNSQ* dengan kriteria penerimaan pada kisaran 0,77 sampai 1,30. Berdasarkan hasil analisis, semua item soal *pretest* pemahaman keterampilan proses sains dikategorikan valid/diterima.

Tabel 6. Infit MNSQ Item Soal *Pretest* Pemahaman Keterampilan Proses Sains

Item Soal	INFIT MNSQ	Keterangan	Rentang Nilai
1	0,84	Diterima/fit menurut modelnya	> 0,77 - < 1,30
2	0,83	Diterima/fit menurut modelnya	
3	0,95	Diterima/fit menurut modelnya	
4	1,23	Diterima/fit menurut modelnya	
5	1,06	Diterima/fit menurut modelnya	
6	1,25	Diterima/fit menurut modelnya	> 0,77 - < 1,30
7	0,82	Diterima/fit menurut modelnya	

Hasil analisis per-item soal *posttest* pemahaman keterampilan proses sains dapat

dilihat pada **Tabel 7**. Item soal dikategorikan valid/diterima dapat dilihat dari nilai *INFIT*

MNSQ dengan kriteria penerimaan pada kisaran 0,77 sampai 1,30. Berdasarkan hasil analisis, semua item soal *posttest* pemahaman

keterampilan proses sains dikategorikan valid/diterima.

Tabel 7. Infit MNSQ Item Soal *posttest* Pemahaman Keterampilan Proses Sains

Item Soal	INFIT MNSQ	Keterangan	Rentang Nilai
1	0,97	Diterima/fit menurut modelnya	> 0,77 - < 1,30
2	0,98	Diterima/fit menurut modelnya	
3	0,88	Diterima/fit menurut modelnya	
4	1,16	Diterima/fit menurut modelnya	
5	0,94	Diterima/fit menurut modelnya	
6	1,28	Diterima/fit menurut modelnya	
7	0,88	Diterima/fit menurut modelnya	

Hasil Uji Prasyarat Pemahaman Keterampilan Proses Sains

Hasil uji normalitas untuk pemahaman keterampilan proses sains dapat dilihat pada **Tabel 8**. Hasil uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov pretest* pemahaman keterampilan proses sains pada kelas kontrol nilai signifikansinya adalah 0,200 dan kelas eksperimen nilai signifikansinya adalah 0,200 dengan taraf signifikansi 0,050. Hasil uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-*

Smirnov posttest pemahaman keterampilan proses sains pada kelas kontrol nilai signifikansinya adalah 0,077 dan pada *posttest* nilai signifikansinya adalah 0,200 dengan taraf signifikansi 0,050. Artinya bahwa kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki sebaran data pemahaman keterampilan proses sains yang normal.

Tabel 8. Hasil Uji Normalitas Pemahaman Keterampilan Proses Sains

Nilai	Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Statistik	Df	Sig.
<i>Pretest</i>	Kontrol	.090	49	.200
	Eksperimen	.110	44	.200
<i>posttest</i>	Kontrol	.102	49	.077
	Eksperimen	.126	44	.200

Hasil uji homogenitas pemahaman keterampilan proses sains dengan tes *Levene Statistik* dengan taraf signifikansi 0,050 dapat dilihat pada tabel 11. Hasil uji homogenitas *pretest* pemahaman keterampilan proses sains nilai signifikansinya adalah 0,674. Hasil uji homogenitas *posttest* pemahaman keterampilan

proses sains nilai signifikansinya adalah 0,611, artinya bahwa kelas kontrol dan kelas eksperimen untuk pemahaman keterampilan proses sains memiliki varians yang homogen karena nilai signifikansi *Levene Statistik* > 0,050.

Tabel 9. Hasil Uji Homogenitas Pemahaman Keterampilan Proses Sains

Nilai		Levene Statistik	df1	df2	Sig.
Pretest	Based on Mean	.178	1	91	.674
	Based on Median				
	Based on Median and with adjusted df	.119	1	91	.730
	Based on trimmed mean	.119	1	84.590	.730
		.180	1	91	.672
posttest	Based on Mean	.261	1	91	.611
	Based on Median				
	Based on Median and with adjusted df	.365	1	91	.547
	Based on trimmed mean	.365	1	90.476	.547
		.240	1	91	.626

Hasil Uji Hipotesis Pemahaman Keterampilan Proses Sains

Hasil uji *independent sample t-test pretest* pemahaman keterampilan proses sains dapat dilihat pada **Tabel 10**. Hasil uji *independent sample t-test pretest* pemahaman keterampilan proses sains nilai sig. (2-tailed) adalah 0,248. Nilai probabilitas *pretest* pemahaman keterampilan proses sains lebih besar dari

pada 0,050. Artinya tidak terdapat perbedaan kemampuan awal pemahaman keterampilan proses sains kelas kontrol dan kelas eksperimen sebelum diberi perlakuan. Hal ini menyatakan bahwa kondisi awal peserta didik kelas kontrol dan kelas eksperimen identik (*non significant different*).

Tabel 10. Hasil Uji Independent Sample T-Test Pretest Pemahaman Keterampilan Proses Sains

Pretest	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	.178	.674	-1,162	91	.248
Equal variances not assumed			-1,153	85,953	.252

Hasil uji *independent sample t-test posttest* pemahaman keterampilan proses sains dapat dilihat pada **Tabel 11**. Hasil uji *independent sample t-test posttest* pemahaman keterampilan proses sains nilai sig. (2-tailed) adalah 0,000.

Nilai probabilitas *posttest* pemahaman keterampilan proses sains lebih kecil dari pada 0,050. Artinya terdapat perbedaan pemahaman keterampilan proses sains kelas kontrol dan kelas eksperimen setelah diberi perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa

penggunaan media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi efektif untuk meningkatkan

pemahaman keterampilan proses sains peserta didik.

Tabel 11. Hasil Uji *Independent Sample T-Test posttest* Pemahaman Keterampilan Proses Sains

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	,261	,611	3,880	91	,000
Equal variances not assumed			3,902	90,999	,000

Media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan pemahaman keterampilan proses sains, karena media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi berbentuk perangkat lunak (*software*) komputer yang berisi alat-alat laboratorium yang berfungsi sebagai alat-alat riil dan sangat mudah dioperasikan dengan komputer. Hal yang sama diungkapkan oleh Muladi (2011), menyatakan bahwa laboratorium virtual dibidang pendidikan sains merupakan serangkaian alat-alat laboatorium yang berbentuk perangkat lunak (*software*) komputer yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya.

Media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi yang dikembangkan sesuai dengan tujuan media pembelajaran, yaitu media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi membantu mahasiswa dalam membangun pengetahuan, keterampilan, atau sikap. Hal tersebut seperti yang dikatakan oleh Gerlach & Ely dalam (Arsyad, 2014), media merupakan sesuatu yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap.

Media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi yang dikembangkan memiliki karakteristik sebagai berikut: berisi alat-alat laboratorium yang berfungsi sebagaimana alat-alat riil; sangat mudah dioperasikan; *virtual laboratory* memberikan umpan balik

dalam bentuk *programmed instruction*. Hal yang sama diungkapkan oleh Budiyono (2009) karakteristik program *virtual laboratpry* adalah sebagai berikut: a) *Virtual laboratory* berisi alat-alat laboratorium yang dapat berfungsi sebagaimana alat-alat riil, b). Dapat dirangkai menjadi puluhan percobaan atau desain teknologi sederhana, c). Sangat mudah dioperasikan, satu komputer dapat digunakan untuk satu atau lebih pemakai, d). Dalam program ini aktivitas 100% ditangan pemakai, pemakai bebas melakukan eksplorasi/eksperimen. Selain itu, Hamida (2013) menyatakan bahwa karakteristik laboratorium virtual adalah program berisi alat-alat laboratorium yang berfungsi sebagaimana alat riil. Para siswa diajak untuk memberikan respon yang ada pada laboratorium virtual, kemudian komputer akan merespon dan memberikan umpan balik segera pada siswa dalam bentuk *programmed instruction*.

Gumataes (Muhamad, 2010) menyatakan bahwa *virtual laboratory* merupakan lingkungan virtual yang dapat mensimulasikan dunia nyata yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Hal tersebut memungkinkan seseorang untuk mempertimbangkan melakukan percobaan nyata karena keterbatasan waktu, keselamatan atau biaya dalam lingkungan dunia nyata dan biasanya digunakan dalam pembelajaran.

Media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi yang dikembangkan berisi kegiatan praktikum yang didalamnya terdapat

pemilihan alat dan bahan yang akan digunakan, langkah-langkah pembuatan preparat histologi sistem sirkulasi dan hasil pengamatan preparat histologi sistem sirkulasi dengan menggunakan mikroskop. Sehingga setelah menggunakan media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dasar yang meliputi subaspek keterampilan mengamati dan mencatat data/informasi dan mengimplementasikan prosedur yang menjadi subaspek pemahaman keterampilan proses sains yang diamati dalam penelitian ini.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang produk yang dikembangkan dapat disimpulkan segi materi dan media. Berdasarkan penilaian dari ahli materi dan ahli media media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi berkategori “sangat baik”, sedangkan penilaian dari pengajar (dosen pengampu) dan peserta didik uji terbatas media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi berkategori “baik”. (2). Penerapan *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi efektif untuk meningkatkan pemahaman keterampilan proses sains pada mahasiswa ditunjukkan dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,050$ dari hasil uji *independent sample t-test* pada *posttest* pemahaman keterampilan proses sains.

Hal sama diungkapkan oleh Tobin (2015) bahwa belajar dengan melakukan (*learn to do by doing*) bertujuan untuk mempelajari apa yang dilakukan. Jika mengikuti instruksi, maka belajar mengikuti instruksi; jika belajar merancang dan melakukan percobaan, maka belajar merancang dan melakukan percobaan; jika mengerjakan ujian, maka belajar mengerjakan ujian. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa jika ingin mengajarkan mahasiswa untuk belajar mengikuti prosedur, maka digunakan aktivitas laboratorium dengan langkah-langkah yang telah ditentukan.

bahwa: (1). Media *virtual laboratory* histologi sistem sirkulasi layak digunakan ditinjau dari

Daftar Pustaka

1. Arsyad, A., *Media pembelajaran*. Jakarta : Raja Grafindo Persada, 2014.
2. Budiyono, *Penerapan laboratorium riil dan virtual pada pembelajaran fisika melalui metode eksperimen ditinjau dari gaya belajar*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2009.
3. Hamida, N., Bakti M. & Budi U., Studi komparasi penggunaan laboratorium virtual dan laboratorium riil dalam pembelajaran student teams achievement division (STAD) terhadap prestasi belajar ditinjau dari kreativitas siswa pada materi pokok sistem koloid kelas XI semester genap SMA Negeri 1 Banyudono tahun pelajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, Vol. 2 No. 2 Tahun 2013 Program Studi Pendidikan
4. Harlen. W., *Purposes and procedures for assessing science process skills. Assessment in Education: Principles. Policy and Practice*. Mar 1999; 6, 1; ProQuest Education Journals.
5. Iswatun, M. Mosik & Bambang S., Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing untuk meningkatkan KPS dan hasil belajar siswa SMP kelas VIII. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 3 (2), 2017. 150-160.
6. Kustandi, C. & Bambang S., *Media pembelajaran manual dan digital*. Bogor: Penerbit Ghalia Indonesia, 2011.
7. Muhamad, M., Halimah, B.Z. & Azlina, A., Virtual laboratory for learning biology – A preliminary investigation. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering Vol:4, No:11, 2010*.
8. Muladi, Ahmad, F. & Azhar, A., *Pengembangan laboratorium biologi virtual berbasis multimedia interaktif*. Seminar on Electrical, Informatics, and Its Education, 2011.
9. Ridwan, E., Etika pemanfaatan hewan percobaan dalam penelitian kesehatan. *J Indon Med Assoc*, Volume: 63, Nomor 3, Maret 2013.
10. Sulistyorini, *Pembelajaran IPS sekolah dasar*. Semarang: Tiara Wacana, 2007.
11. Tobin, K., *Handbook pengajaran dan pembelajaran*. Bandung: Nisamedia, 2015.
12. Wisudawati, A.W. & Eka, S., *Metodologi pembelajaran IPA*. Jakarta: Bumi Aksara, 2015.