

LAPORAN PENELITIAN
HIBAH PENELITIAN TIM PASCASARJANA- HPTP
(HIBAH PASCA)

MODEL-MODEL PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS
PRAKTIKUM VIRTUAL DAN ASESMENNYA UNTUK
MEMBANGUN KARAKTER BANGSA PEBELAJAR

Ketua Tim Peneliti:
Prof. Dr. Fransisca Sudargo T., M.Pd

Anggota :
Dr. Ana Ratna Wulan, M.Pd.
Dr. Anny Fitriany, M.Si

Angkatan Pengusul
I / 2011

Penelitian ini dibiayai oleh:

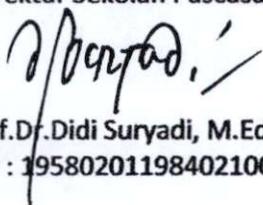
Biaya Penelitian Penugasan Hibah Pascasarjana (Desentralisasi)
Dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan No: 079/UN.40.8/PL/2012

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2012

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN HIBAH PASCA**

1. Judul : **Model-Model Pembelajaran Biologi Berbasis Praktikum Virtual Dan Asessmennya Untuk Membangun Karakter Bangsa Pebelajar**
2. Bidang Penelitian : Pendidikan dan Humaniora
3. Ketua peneliti
 - 3.1. Data Pribadi
 - a. Nama lengkap : Prof. Dr. Fransisca Sudargo T., M.Pd
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP/ Golongan : 19510726 197803 2001/ 4d
 - d. Strata / jab. Fungsional : S3/Guru Besar
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Fakultas / Jurusan : Sekolah Pasca Sarjana / Pendidikan Biologi
 - g. Bidang Ilmu : Pendidikan
 - h. Alamat kantor : Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154
 - i. Telepon/ Faks : 022- 2001937/ 022-2001937
 - j. Alamat rumah : Sariwangi Asri I No. 4- Kab. Bandung Barat 40559
 - k. Telepon rumah/E-mail : 022-2017921/ tapilouw@indosat.net.id
 - 3.2. Mata Kuliah yang diampu dan jumlah sks
 - a. Mata kuliah I : Metodologi Penelitian Pendidikan 3 sks
 - b. Mata kuliah II : Zoologi Vertebrata 2 sks
 - c. Mata kuliah III : Perencanaan Pembelajaran Biologi 2 sks
 - d. Mata kuliah IV : Evolusi 2 sks
 - 3.3. Penelitian Terakhir
 - a. Judul Penelitian I : Pengembangan Model Pembelajaran berbasis Praktikum untuk meningkatkan Keterampilan Proses dan kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA (15 Juta – dana Hibah Kompetitif UPI/ 2009)
 - b. Judul penelitian II : Model Pembelajaran Berbasis Masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep biologi secara konstruktivistik (15 juta- dana Hibah Kompetitif UPI/2010)
 - c. Judul penelitian III : Tindak Lanjut Rintisan Kelas Berstandar Internasional Program Studi Biologi (20 juta – dana Hibah Kompetisi Program Unggulan UPI/2011)
4. Jangka Waktu : 3 tahun
5. Pembiayaan : Biaya diajukan ke DIKTI Biaya dari instansi lain
 - Biaya tahun I Rp 85.070.000 -
 - Biaya tahun II Rp 88.070.000 -
 - Biaya tahun III Rp 89.570.000 -
 - Rp 262.710.000 -

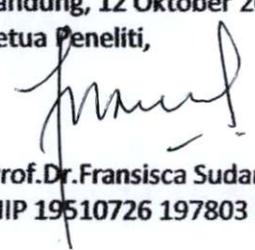
Mengetahui :
Direktur Sekolah Pascasarjana,


Prof. Dr. Didi Suryadi, M.Ed
NIP : 195802011984021001

Mengetahui,
Ketua LPPM UPI

Prof. Dr. Sumarto, MSIE
NIP 19550705 198103 1005

Bandung, 12 Oktober 2012
Ketua Peneliti,

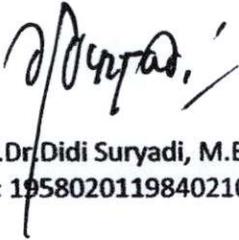

Prof. Dr. Fransisca Sudargo T., M.Pd
NIP 19510726 197803 2001

LAPORAN PENELITIAN HIBAH PASCA

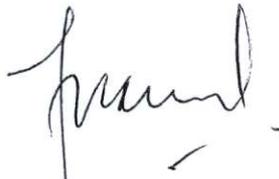
1. Judul :
Model-Model Pembelajaran Biologi Berbasis Praktikum Virtual Dan Asessmennya Untuk Membangun Berbagai Aspek Karakter Bangsa Pebelajar
2. Bidang Penelitian : Pendidikan dan Humaniora
3. Peneliti Utama
 - a. Nama lengkap : Prof. Dr. Fransisca Sudargo T., M.Pd
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP : 19510726 197803 2001
 - d. Pangkat/ Golongan : Pembina Utama Madya/ IVd
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Jabatan Fungsional : Guru Besar
 - g. Fakultas / Jurusan : Sekolah Pasca Sarjana / Pendidikan Biologi
 - h. Pusat Penelitian : LPPM - UPI
 - i. Alamat kantor : Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154
 - j. Telepon/ Faks : 022- 2001937/ 022-2001937
 - k. Alamat rumah : Sariwangi Asri I No. 4- kab. Bandung barat 40559
 - l. Telepon rumah/ HP : 022-3017921/ 08104861826
 - m. E-mail : tapilouw@indosat.net.id
4. Pembiayaan
 - a. Seluruh Usulan Biaya 3 tahun : Rp 262.710.000
 - b. Usul biaya tahun ke 1 : Rp 85.070.000
 - c. Biaya dari instansi lain : --

Bandung, 12 Oktober 2012

Mengetahui,
Direktur Sekolah Pascasarjana


Prof. Dr. Didi Suryadi, M.Ed
NIP : 195802011984021001

Ketua Tim Peneliti


Prof. Dr. Fransisca Sudargo T., M.Pd
NIP 19510726 197803 2001

Mengetahui,
Ketua LPPM UPI

Prof. Dr. Sumarto, MSIE
NIP 19550705 198103 1005

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Model Pembelajaran biologi berbasis Praktikum Virtual untuk membangun karakter bangsa. Karakter bangsa yang diukur meliputi komponen sikap ilmiah dan kemampuan berpikir kritis. Subjek penelitian adalah siswa SMP, dan mahasiswa calon guru biologi, Pokok bahasan yang dikaji dalam penelitian ini meliputi konsep Sistem Saraf dan Sistem Sirkulasi untuk jenjang SMP serta konsep Mekanisme Evolusi dan Superkelas Pisces untuk jenjang Perguruan Tinggi. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasy experiment* untuk jenjang SMP dan *weak experiment* untuk jenjang perguruan Tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada jenjang SMP, praktikum virtual pada konsep sistem saraf dan sistem sirkulasi pada kelas eksperimen menunjukkan pengaruh positif dalam peningkatan sikap ilmiah dan kemampuan berpikir kritis siswa serta terdapat perbedaan yang signifikan dibandingkan kelas kontrol. Pada kelompok perguruan tinggi, yang menggunakan kelas tunggal, terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah mahasiswa pada konsep mekanisme evolusi dan superkelas Pisces. Meskipun asesmen dan evaluasi karakter belum sepenuhnya menggunakan asesmen virtual, namun asesmen yang dilakukan secara tertulis pada tiap-tiap jenjang pendidikan telah memberikan gambaran positif tentang pencapaian hasil yang dijangkau dalam masing-masing jenjang pendidikan. Praktikum virtual tidak perlu sepenuhnya menggantikan praktikum laboratorium karena lebih sesuai untuk konsep yang abstrak.

Kata kunci: *Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual, karakter bangsa, kemampuan berpikir kritis, sikap Ilmiah, pemahaman konsep*

Penggunaan Laboratorium Nyata, Virtual, dan Kombinasi Nyata-Virtual pada Kegiatan Praktikum Kultur Jaringan untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA

Oleh
Syabaniah Ratna Wulansari
Mahasiswa SPS UPI



Pembimbing I : Dr. Ari Widodo, M.Ed

Pembimbing II : Dr. Any Fitriani, M.Si

Pendidikan IPA Biologi Konsentrasi Biologi Sekolah Lanjutan

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains siswa yang mengikuti kegiatan laboratorium secara nyata (LN), virtual (LV), dan kombinasi antara nyata-virtual (LNV) serta melihat penggunaan program laboratorium virtual oleh siswa yang melaksanakan kegiatan laboratorium secara virtual saja dengan siswa yang melakukan kegiatan laboratorium secara kombinasi. Penelitian ini mempergunakan tiga kelas dengan setiap kelas terdiri dari 30 orang. Ketiga kelas diberikan perlakuan yang berbeda. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment* dengan desain *Pretest-Posttest Non-equivalent Control Group Design*. Hasilnya terjadi peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains diketiga kelas. Perbandingan peningkatan antara kelas LN dan LV tidak berbeda secara signifikan sedangkan peningkatan secara signifikan terjadi antara kelas LN dan LV dibandingkan dengan kelas LNV. Penggunaan program kegiatan virtual diantara siswa dikelas LV dengan LNV menunjukkan gambaran performa yang tidak jauh berbeda ditinjau dari pelaksanaan percobaan, kehati-hatian, dan rasa ingin tahu. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan program antara kedua kelas menunjukkan rata-rata yang sama besar. Untuk itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan LN dan LV dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains. Peningkatan yang lebih tinggi terjadi ketika kegiatan laboratorium secara nyata dan virtual dikombinasikan dalam pembelajaran (LNV). Performa siswa antara kelas LV dan LNV dalam mempergunakan program laboratorium virtual tidak jauh berbeda menyimpulkan bahwa pelaksanaan kegiatan laboratorium secara nyata terlebih dahulu atau tidak, terlihat tidak dapat memberikan kontribusi yang tinggi kepada performa siswa.

Kata kunci: laboratorium virtual, laboratorium kombinasi nyata-virtual, keterampilan proses sains, penguasaan konsep

tergantung dari tujuan yang diharapkan. Misalnya laboratorium virtual yang dirancang agar siswa melakukan sebuah percobaan dan menemukan sebuah sel yang sedang bermitosis atau meiosis (Subramanian, 2001 dalam Yu *et al*, 2008). Kemudian beberapa kegiatan laboratorium secara virtual juga dirancang agar siswa dapat melakukan pembedahan berbagai macam organ tubuh manusia seperti otak, jantung, pembuluh darah, atau organ lainnya yang sulit untuk dilakukan secara nyata (Dean, 2000 dalam Yu *et al*, 2008; Sato 1998 dalam Yu *et al*, 2008). Pada dasarnya kegiatan laboratorium secara virtual dapat membantu untuk meningkatkan penguasaan konsep, KPS, dan keterampilan berpikir siswa asalkan dirancang sesuai dengan keadaan sebenarnya (*real*) dan sesuai dengan tahapan pembelajaran yang dapat membantu meningkatkan aspek tersebut (Yu *et al*, 2008; Yang, Kun-Yuan & Jia-Sheng Heh, 2007). Oleh sebab itu, percobaan kultur jaringan dapat diperkenalkan dan dilatihkan kepada siswa melalui program simulasi yang berbantuan komputer.

Saat ini penggunaan kegiatan laboratorium nyata dan virtual selalu dilakukan dalam dua kelas yang terpisah. Kajian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggabungkan kedua kegiatan tersebut dalam satu kelas. Gabungan atau kombinasi ini dilakukan atas dasar bahwa kegiatan laboratorium secara nyata dan virtual memiliki keuntungan dan kerugian (Subiantoro, 2008). Untuk itu, kombinasi dari kegiatan laboratorium secara nyata dan virtual dapat saling melengkapi satu sama lain sehingga pada akhirnya hanya manfaat positif yang dapat dirasakan oleh siswa.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen jenis *quasi experiment*. Penelitian dilakukan di SMA Negeri X Kota Tangerang yang bermuatan lokal kultur jaringan. Desain penelitian yang digunakan adalah *Pretest-Posstest Non-Equivalent Control Group Design* (Cohen *et al.*, 2007). Terdapat tiga kelas penelitian, dimana masing-masing kelas diberi perlakuan yang berbeda. Kelas pertama (kontrol) melaksanakan kegiatan laboratorium secara nyata (LN), kelas kedua (eksperimen 1) melaksanakan kegiatan laboratorium secara virtual (LV), dan kelas ketiga (eksperimen 2) melaksanakan kegiatan laboratorium secara kombinasi yaitu gabungan antara nyata dan virtual (LNV). Siswa yang dijadikan sampel penelitian ini adalah siswa yang duduk di kelas XI IPA. Setiap kelas terdiri dari 30 orang siswa yang setiap siswanya dikelompokkan menjadi 6 kelompok. Masing-masing kelompok beranggotakan 5 orang.

Tujuan penelitian adalah mengkaji perbandingan peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains, Data dikumpulkan melalui soal tes terdiri dari soal tes penguasaan konsep dan KPS. Soal-soal ini diberikan pada saat sebelum pelaksanaan perlakuan (*pretest*) untuk mengetahui kemampuan awal siswa dan setelah pemberian perlakuan (*posttest*).

Tes penguasaan konsep terdiri dari 30 soal berbentuk tes pilihan ganda (tes objektif). Setiap penguasaan konsep sesuai dengan indikator diwakili oleh tiga sampai lima soal untuk setiap jenjang kognitif (C₁-C₅). Penelitian ini hanya mengambil jenjang kognitif C₁-C₅ dari enam klasifikasi jenjang kognitif yang dikembangkan oleh Bloom (Anderson & Karthwool, 2001). Tes keterampilan proses sains terdiri dari 30 soal berbentuk tes pilihan ganda (tes objektif). Hanya tujuh jenis KPS yang digunakan dalam penelitian ini

dari sembilan pengelompokan jenis KPS yang dikembangkan oleh Rustaman (2005). Tujuh jenis KPS tersebut meliputi interpretasi, prediksi, hipotesis, komunikasi, merencanakan percobaan, menerapkan konsep, dan mengajukan pertanyaan. Satu jenis KPS dijarang oleh tiga sampai lima pertanyaan yang didasarkan pada indikator terpilih. Kedua tes memiliki nilai reliabilitas soal tes adalah 0.89 dan diinterpretasikan tinggi (Arikunto, 2008).

Analisis kuantitatif untuk menguji perbandingan meliputi dua tahap, yaitu pertama analisis perbandingan satu arah dan kedua analisis lanjutan. Analisis perbandingan satu arah untuk parametrik (data yang bersifat normal dan homogen) mempergunakan ANOVA (*One Way ANOVA*) karena terdapat lebih dari tiga variabel ($k > 2$) (Hillenmeyer, 2005) dan untuk non parametrik dilakukan dengan *Kruskall Wallis* (Kruskall & Wallis, 1957). Analisis lanjutan dilakukan jika hasil dari pengujian satu arah adalah berbeda signifikan. Pengujian lanjutan dilakukan dengan uji *Bonferroni* untuk parametrik dan *Gomes Howell* untuk non parametrik (Beasley, 2010; Karpinski, 2006). Semua proses analisis dilakukan dengan bantuan program analisis statistik SPSSTM 16.0. Taraf kepercayaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah $\alpha = 0.05$ (95%).

III. HASIL PENELITIAN

a. Hasil dan Perbandingan Penguasaan Konsep Siswa

1. Hasil Penguasaan Konsep Siswa

Penguasaan konsep praktikum kultur jaringan untuk ketiga kelas diawal sebelum melakukan kegiatan laboratorium memiliki nilai rerata yang hampir sama (Tabel 1).

Tabel 1. Rekapitulasi Statistik untuk Hasil *Pretest* dan *Posttest* Penguasaan Konsep

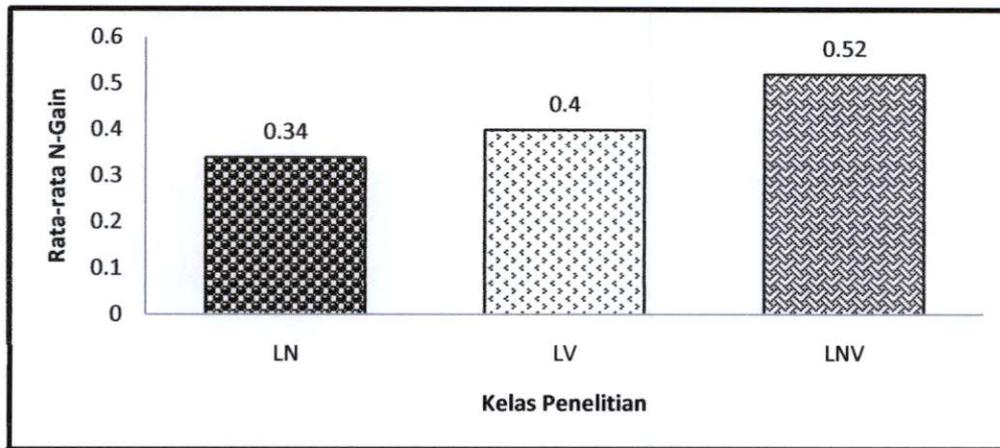
Komponen Peninjau	<i>Pretest</i>			<i>Posttest</i>		
	LN*	LV*	LNV*	LN*	LV*	LNV*
N (jumlah)	30	30	30	30	30	30
Mean	33.44	33.00	32.44	56.11	60.11	67.11
x Maksimum	46.67	50.00	46.67	70.00	73.33	83.33
x Minimum	20.00	20.00	20.00	36.67	43.33	53.33
SD	6.97	7.39	6.66	9.22	8.32	8.74

Ket : * LN = kegiatan laboratorium nyata; LV= kegiatan laboratorium virtual; LNV=kegiatan laboratorium kombinasi nyata-virtual

Penguasaan konsep awal siswa sebelum pelaksanaan kegiatan laboratorium memiliki nilai *pretest* yang tidak berbeda signifikan diantara ketiga kelas setelah diuji statistik menggunakan perbandingan satu arah (ANOVA, Sig.=0.858 > $\alpha=0.05$).

2. Peningkatan Penguasaan Konsep

Efektifitas dari kegiatan laboratorium dapat dilakukan dengan melihat nilai peningkatan yang terjadi sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) siswa mendapatkan pembelajaran. Peningkatan itu diperoleh dengan menggunakan persamaan nilai gain yang dinormalisasi (*Ngain*) yang dikembangkan oleh Hake (1999). Perbandingan *N-gain* di ketiga kelas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik perbandingan *Ngain* Penguasaan Konsep Siswa

Peningkatan yang paling besar dialami oleh siswa di kelas LNV, yaitu yang melakukan kegiatan laboratorium secara kombinasi antara kegiatan laboratorium secara nyata kemudian virtual. Sedangkan peningkatan yang paling rendah dialami oleh siswa di kelas LN, yaitu yang melakukan kegiatan laboratorium secara nyata. Jika dilihat secara keseluruhan peningkatan yang terjadi diantara ketiga kelas termasuk ke dalam kategori peningkatan yang sedang ($0.3 < g < 0.7$; Hake, 1999).

3. Perbandingan Peningkatan Penguasaan Konsep Siswa

Uji perbandingan dilakukan untuk melihat signifikansi perbedaan di ketiga kelas dalam peningkatan penguasaan konsep siswa. Setelah diketahui bahwa nilai *pretest* ketiga kelas tidak berbeda secara signifikan (ANOVA, Sig.= 0.858 > $\alpha=0.05$). Ini menandakan bahwa ketiga kelas memiliki pengetahuan konsep percobaan kultur jaringan yang homogen dan ini penting agar ketika terjadi perbedaan setelah dilakukan kegiatan laboratorium, perbedaan tersebut bukan dikarenakan oleh penguasaan konsep awal siswa tetapi lebih kepada pembelajaran yang dilakukan (Rusefendi, 1995).

Uji perbandingan dilakukan pada peningkatan penguasaan konsep ketiga kelas.. Perbandingan ini dilakukan pada rerata *Ngain* ketiga kelas. Analisis perbandingan satu arah mempergunakan ANOVA diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara ketiga kelas (Sig.0.000<0.000). Analisis lanjutan dilakukan dengan uji *LSD-Bonferroni* menunjukkan bahwa meskipun kelompok LN memiliki nilai N-gain lebih rendah dari LV tetapi perbedaan tersebut tidak terjadi secara signifikan. Sedangkan peningkatan yang terjadi pada siswa kelas LNV menunjukkan peningkatan yang paling berbeda dibandingkan dengan kelas LN dan LV. Rekapitulasi *Post Hoc Analysis LSD-Bonferroni* secara lengkap untuk perbandingan tiap kelompok diperlihatkan dalam Tabel 2 .

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil *Post Hoc Analysis LSD-Bonferroni* Perbandingan *N-gain* Penguasaan konsep

Kelas Penelitian	LN	LV	LNV
LN	-	0.083*	0.000*
LV		-	0.000*

LNV			-
-----	--	--	---

Keterangan : * Nilai *Sig.* bernilai signifikan dalam level 0,05

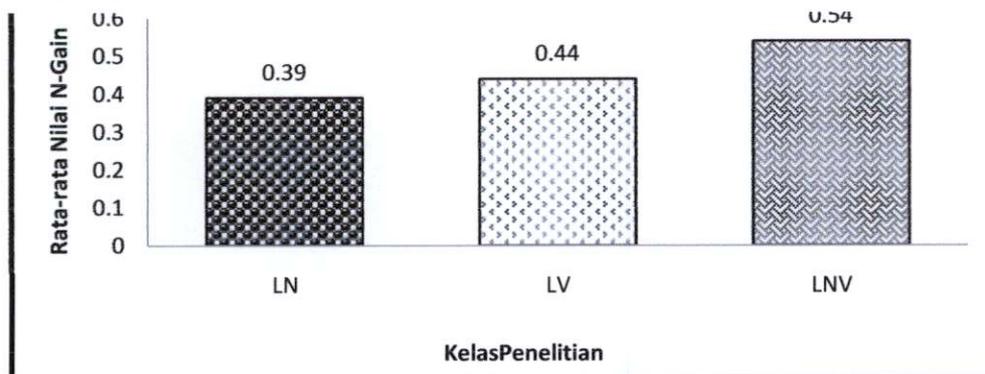
b. Hasil dan Perbandingan Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa

1. Hasil Penguasaan Keterampilan Proses Sains Siswa

Penguasaan KPS percobaan kultur jaringan pada ketiga kelas diawal sebelum melakukan kegiatan pembelajaran memiliki nilai rerata yang hampir sama. Data lengkap bias dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Statistik untuk Hasil *Pretest*, *Posttest*, dan *Ngain* Keterampilan Proses Sains

Komponen Peninjau	<i>Pretest</i>			<i>Posttest</i>		
	PVE*	VPE*	VE*	VPE*	VE*	PE*
N (jumlah)	30	30	30	30	30	30
Mean	26.44	26.44	25.89	55.33	58.89	65.56
x Maksimum	46.67	36.67	36.67	66.67	73.33	76.67
x Minimum	10.00	16.67	16.67	33.33	46.67	46.67
SD	8.44	6.50	5.85	9.69	7.39	6.57



Gambar 2. Perbandingan Rerata *N-gain* Keterampilan Proses Sains Siswa

3. Perbandingan Peningkatan Keterampilan Proses Sains

Berdasarkan uji statistik diketahui bahwa nilai *pretest* keterampilan proses sains siswa ketiga kelas tidak berbeda secara signifikan (Kruskal Wallis, $Sig.= 0.906 > \alpha=0.05$). Uji perbandingan peningkatan keterampilan proses sains dilakukan pada rerata *Ngain* ketiga kelas menunjukkan bahwa kelas LN tidak berbeda secara signifikan dengan kelas LV sedangkan peningkatan yang paling signifikan ditunjukkan oleh kelas LNV dibandingkan dengan kelas LN dan LV. Rekapitulasi *Post Hoc Analysis Games-Howell* secara lengkap diperlihatkan dalam Tabel 4.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil *Post Hoc Analysis Games-Howell*

Perbandingan *Ngain* Keterampilan Proses Sains

Kelas Penelitian	LN	LV	LNV
LN	-	0.200*	0.000*
LV		-	0.000*
LNV			-

Keterangan : * Nilai *Sig.* bernilai signifikan dalam level 0,05

IV. PEMBAHASAN

Pada dasarnya ketiga kelas yang melakukan kegiatan laboratorium memiliki peningkatan penguasaan konsep yang sedang meskipun peningkatan secara kuantitas kelas LN memiliki nilai yang paling rendah dan secara statistik perbedaan peningkatan antara LN dengan LV tidak berbeda secara signifikan. Ini mengisyaratkan bahwa kegiatan laboratorium tetap penting dan berdampak positif terhadap peningkatan penguasaan konsep siswa (Hofstein & Lunnetta, 2004; Rustaman, A, 2005). Namun peningkatan ini belum terjadi secara maksimal terlihat dari hasil perbandingan peningkatan jika kelas LN memiliki peningkatan yang tidak berbeda secara signifikan dengan kelas LV. Padahal kegiatan laboratorium merupakan satu-satunya kegiatan pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk merasakan seolah-olah dan berlatih menjadi ilmuwan (Rustaman, 2005). Siswa diberi kesempatan untuk menyusun sebuah pertanyaan, menguji hipotesis, merencanakan dan melaksanakan percobaan, menganalisis, mengindera secara langsung fenomena yang terjadi, dan menggunakan alat-alat laboratorium. Peningkatan yang tidak maksimal ini terjadi karena terkait dengan proses pembelajaran yang dilaksanakan pada saat percobaan. Selama percobaan waktu lebih banyak dihabiskan oleh penjelasan alat dan langkah kerja oleh guru akibatnya siswa menjadi terbatas untuk waktu diskusi dan siswa kurang bisa memaknai setiap langkah yang dilakukan. Keadaan ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Widodo dan Vidia (2006) bahwa pada saat proses pembelajaran dengan praktikum, waktu yang dihabiskan lebih banyak oleh guru untuk menjelaskan langkah-langkah kegiatan percobaan hal ini berbeda dengan kegiatan laboratorium yang dilakukan di Jerman seperti yang diungkap oleh Tesch and Duit dalam Widodo (2006) bahwa kegiatan laboratorium yang baik adalah kegiatan yang memberikan porsi waktu yang lebih banyak kepada siswa untuk berdiskusi. Kemudian karena keterbatasan alat, maka jumlah siswa dalam kelompok yang cukup banyak yaitu 5 orang menjadikan aktifitas dalam kelompok kurang maksimal.

Lebih unggulnya peningkatan penguasaan konsep siswa dikelas LV dibandingkan dengan kelas LN meskipun tidak terjadi secara signifikan dikarenakan kegiatan laboratorium secara virtual ini dirancang menyerupai kegiatan laboratorium secara nyata. Program kegiatan laboratorium secara virtual ini memiliki karakteristik yang sesuai untuk pengembangan laboratorium secara virtual yang dikemukakan oleh Yu, J.Q *et al.*, (2006), yaitu memiliki tujuan yang jelas, *real time*, interaktif, fleksibel, dan memiliki agen pedagogik. Selain itu, program juga disajikan sesuai dengan urutan pembelajaran praktikum yang terdiri dari tahap pembuka, inti, dan penutup (Tesch & Duit dalam Widodo dan Vidia, 2006). Hasil ini sama seperti hasil sebelumnya yang dikemukakan oleh Triona & Klahr (2003) menyatakan bahwa hasil ini menunjukkan

bahwa kegiatan laboratorium virtual secara simulasi dengan berbantuan komputer sama produktivny/baiknya dengan pembelajaran yang dilaksanakan secara *hands on* (kegiatan laboratorium nyata) tentunya simulasi tersebut diberikan dengan kurikulum dan *setting* pembelajaran yang sama. Lebih lanjut Baser & Soner (2010) menyatakan bahwa kegiatan laboratorium secara virtual memberikan hasil yang tidak berbeda karena siswa juga mendapatkan pengalaman yang hampir sama dengan kegiatan laboratorium secara nyata seperti menganalisis hasil data percobaan dan menggunakan alat meskipun tidak secara nyata. Hanya saja kekurangannya pada kegiatan laboratorium secara virtual siswa tidak dapat memperoleh kesempatan untuk melatih keterampilan psikomotoriknya dalam menggunakan alat-alat laboratorium atau dengan kata lain tidak dapat melatih keterampilan dasar bekerja di laboratorium.

Peningkatan hasil yang paling signifikan terjadi pada siswa yang melakukan kegiatan laboratorium secara kombinasi nyata-virtual dibandingkan dengan siswa yang hanya melakukan kegiatan laboratorium secara nyata atau virtual saja. Keadaan ini tentu saja terjadi, karena pada kegiatan laboratorium secara kombinasi siswa mendapatkan waktu pembelajaran dan pengalaman yang lebih banyak. Kombinasi menyebabkan siswa memperoleh dua kali pembelajaran dengan cara yang berbeda sehingga adanya bentuk pengulangan tetapi pengalaman pembelajaran yang diperoleh berbeda. Pengulangan pembelajaranyang selalu dibutuhkan oleh siswa agar bisa menguasai konsep atau informasi secara utuh (Davies, 1987). Pengulangan membantu siswa untuk berlatih dan mengembangkan semua daya yang ada pada diri siswa, yaitu mengamati, menanggapi, mengingat, dan berpikir. Kegiatan pertama laboratorium secara nyata yang diberikan pada siswa akan memberikan pengalaman dan pengetahuan konsep yang mendalam tentang percobaan kultur jaringan secara langsung, kemudian kegiatan laboratorium kedua secara virtual memberikan pengalaman pada siswa untuk mengembangkan atau mencoba pengetahuannya dalam situasi yang tidak bisa dilakukan secara nyata dan menghubungkan dengan pengetahuannya secara representasi formal (*theories of grounded or embodied cognition*) (Barsalou,2008). Adanya kombinasi juga dapat memfasilitasi dari cara belajar siswa. Siswa yang ada dalam setiap kelompok memiliki karakteristik yang khas sebagai seorang pembelajar (Lever-Duffy *et al.*, 2003) salah satunya adalah cara belajar, yaitu secara audio, visual, dan kinestetik. Terakhir dengan kombinasi akan menggabungkan keunggulan dari kedua kegiatan laboratorium secara nyata dan virtual. Dikarenakan kegiatan laboratorium secara nyata dan virtual memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing akibatnya siswa dapat memperoleh pengalaman belajar yang utuh dari kedua kegiatan tersebut(Toth, Becky, & Lisa, 2008). Kegiatan laboratorium secara kombinasi tentunya paling baik dilakukan dalam pembelajaran hanya saja ini dapat dilakukan jika waktu dan kondisi yang ada tersedia.

Hasil yang tidak berbeda antara peningkatan penguasaan konsep dan KPS dikarenakan keterampilan proses melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif atau intelektual, manual, dan sosial. Keterampilan berpikir kognitif atau intelektual karena dengan melakukan keterampilan proses sains siswa menggunakan pikirannya (Rustaman, 2005). Hal ini sangat relevan dengan peningkatan penguasaan konsep siswa yang diperoleh melalui keterampilan berpikir (kognitif). Kemudian terdapat hubungan yang kuat

antara keterampilan proses sains dengan kemampuan berpikir operasional formal (Padila, et.al 1982; Matheis, et.al 1986) dan terdapat hubungan yang kuat antara kemampuan berpikir formal dengan penguasaan konsep (Talisayon, 2007). Sehingga disimpulkan bahwa ada hubungan yang erat antara penguasaan konsep dengan keterampilan proses sains siswa.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains siswa yang melakukan kegiatan laboratorium secara nyata tidak berbeda secara signifikan dengan kegiatan laboratorium secara virtual. Peningkatan paling tinggi dan signifikan terjadi apabila kegiatan laboratorium dilakukan secara kombinasi antara kegiatan laboratorium secara nyata dan virtual dibandingkan dengan kegiatan laboratorium yang dilakukan secara masing-masing yaitu nyata atau virtual saja.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W et al. (2001). *A Taxonomy for Learning and Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Education Objectives*. Longman: New York.
- Akpan, J.P (2002). *Which Comes First: Computer Simulation of Dissection or a Traditional Laboratory Practical Method of Dissection*. *Electronic Journal of Science Education*. 6, (4).
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek* (edisi kelima.). Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2010). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- BSNP. (2006). *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar IPA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Depdiknas.
- (2006). *Mata Pelajaran Fisika Untuk Sekolah Menengah Atas (SMA)/Madrasah Ibtidaiyah (MI)*. Jakarta: Depdiknas.
- De-Jong, T. dan van Joolingen, W.R. (2000). *Scientific Discovery Learning with Computer Simulation of Conceptual Domain*. [online]...
- Hamalik, O. (2008). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Sinar Grafika Offset.
- Ibrahim, Muslimin. (2007). *Pembelajaran Inquiry*. [online]. Tersedia: <http://kpicenter.org.id>. [27 Januari 2008]
- Puspita, N.G. (2008). *Penggunaan Multimedia Interaktif pada Pembelajaran Konsep Reproduksi Hewan untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Keterampilan Generik dan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX*. Tesis Magister pada PPS UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Rustaman, et.al. (2005). *Strategi Belajar Mengajar. Jurusan Pendidikan Biologi*. FPMIPA UPI Bandung : Tidak diterbitkan.
- Sagala, N dkk. (2005). *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: AlfaBeta.
- Simaldino SE et al, (2005). *Instructional Technology and Media for Learning* (8th ed.) Ohio: Merrill Prantice Hall.
- Smith W. Garret (2010). *Examining The Combination Of Physical and Virtual Experiments In An Class Inquiry Science Classroom* .
- Subiantoro, Agung (2009). *Pembelajaran Sistem Ekskresi dengan CBI Simulasi-Inkuiri untuk meningkatkan Penguasaan Konsep Keterampilan Generik Sains dan Berpikir Kritis Siswa SMA*. Tesis Magister pada PPS UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Sukmadinata, N.Syaodih (2007). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung : Rosda.
- Syamsudin, Abin (2004). *Psikologi Kependidikan* . Bandung : Rosda.
- Widodo, A. dan Vidia Ramdaningsih. (2006). "Analisis Kegiatan Praktikum Dengan Menggunakan Video", dalam *Jurnal Metalogika: Bidang Kependidikan MIPA*.
- Yang, Kun-Yuan dan Jia Sheng Heh. (2007). *The Impact of Internet Virtual Physic Laboratory Instruction on Then Achievment in Physics Sceince Process Skills and Computer Attitude of 10th Grade Student*. *J.Sci.Educ Technol.*(6) hal 6. [online] www.springer.com.

- Zacharia, Z dan Anderson, O.R. (2003). The effects of interactive computer based simulation prior to performing a laboratory inquiry based experiment on student's conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics*. Vol 71 (6), p. 618-629.
- Zacharia, Z. (2007). Comparing and Combining Real and Virtual Experimentation: An Effort to Enhance Students' Conceptual Understanding of Electric Circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*. 23(2): 120-132
- Zacharian, Z & George Olympiou. (2008). Effects of Experimentating with Physical and Virtual Manipulatives on Students' Conceptual Understanding in Heat and Temperature. *Journal of Research in Science Teaching*. 45(9). 1021-1035