



## Peningkatan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Menggunakan Media Laboratorium Virtual pada Matakuliah Termodinamika

**Fathiah Alatas**

*Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta,  
Jl. Ir. Haji Juanda No. 95, Ciputat, Banten 15412, Indonesia  
E-mail: fathiah.alatas@uinjkt.ac.id*

**Abstrak** – Termodinamika merupakan matakuliah yang materinya bersifat matematis, banyak rumus, banyak mengandung konsep-konsep abstrak, berdasarkan prinsip, menyatakan proses, kompleksitas yang cukup tinggi. Rendahnya kemampuan mahasiswa dalam menguasai mata kuliah Termodinamika, dimana penyebabnya kemampuan dasar mahasiswa khususnya keterampilan proses sains rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan keterampilan proses sains mahasiswa dengan menggunakan media laboratorium virtual. Metode penelitian adalah quasi eksperimen dengan desain nonequivalent pretest and posttest control group design. Penelitian dilakukan di di Jurusan Pendidikan IPA FITK UIN Syarif Hidayatullah dengan sampel penelitian ini adalah mahasiswa yang mengambil mata kuliah Termodinamika. Berdasarkan hasil perbedaan rerata  $N$ -Gain mahasiswa menggunakan media laboratorium virtual sebesar 0,55 kategori sedang. Hasil penelitian ini menunjukkan media laboratorium virtual efektif dapat meningkatkan keterampilan proses sains.

**Kata kunci:** Laboratorium virtual, Keterampilan Proses Sains, Termodinamika

**Abstract** – Thermodynamics is one of university courses that has mathematical material, many formulas, contain lots of abstract concepts, based on principle, stating the process, quite high complexity. The low ability of students to master courses of thermodynamics, causes the basic capabilities a of student science process skills are particularly low. The purpose of this research is to improve students ' science process skills using virtual laboratory media. Methods of the research was quasi experimental with pretest and nonequivalent desains posttest control group design. Research conducted in the Department of Science Education Faculty of Teaching UIN Syarif Hidayatullah with samples of this research are students who take courses of thermodynamics. Based on the results, the average difference of  $N$ -Gain students use virtual laboratory is 0.55 on average category. The results of this research shows virtual laboratory media effectively can increase science process skills

**Keywords:** Virtual Laboratory, Science Process Skills, Thermodynamics

### I. PENDAHULUAN

Termodinamika merupakan bagian penting dari ilmu fisika yang hubungannya dengan energi (Rusydi, 2017). Salah satu mata kuliah wajib untuk mahasiswa program studi Fisika dan Pendidikan Fisika (Musyafak *et.al.*, 2013). Termodinamika adalah

berhubungan dengan alam semesta dan memiliki peranan penting dalam kehidupan kita (Hakim, 2013). Termodinamika merupakan matakuliah yang materinya bersifat matematis, banyak rumus, banyak mengandung konsep-konsep abstrak, berdasarkan prinsip, menyatakan proses,

kompleksitas yang cukup tinggi (Hakim *et.al.*, 2017: 34). Hal-hal tersebut menyebabkan mahasiswa sulit memahami konsep dan prinsip termodinamika (Dukhan dan Schumack, 2013).

Hasil studi pendahuluan bahwa hasil belajar termodinamika dalam empat tahun terakhir masih tergolong sangat rendah yaitu sebesar 57 (2011), 60 (2012), 62 (2013), 63 (2014) pada skala 1-100. Rendahnya hasil belajar tersebut salah satunya disebabkan mahasiswa kesulitan dalam memahami konsep termodinamika yang abstrak dan bersifat makroskopis yang sulit untuk digambarkan secara nyata. Serta dosen dalam pembelajarannya cenderung menggunakan pendekatan matematis dalam mengajarkan konsep-konsep termodinamika dan jarang sekali melakukan praktikum di laboratorium. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Marnita (2013), salah satu penyebabnya dimana nilai mahasiswa rendah adalah kemampuan dasar mahasiswa khususnya keterampilan proses sainsnya rendah. Membuat proses penemuan konsep yang dibentuk mahasiswa terlihat *text book* (Ni'mah dan Lestari, 2017). Oleh karena itu untuk memahami konsep sulit dan abstrak dapat dilakukan dimana mahasiswa terlibat dalam proses pengkonstruksian suatu konsep dalam pikirannya dan keterampilan sains melalui proses sains (Risamasu, 2016).

Keterampilan proses sains (KPS) merupakan kecakapan untuk melaksanakan suatu tindakan dalam belajar sains sehingga

menghasilkan konsep, prinsip, hukum maupun fakta dengan keterlibatan mahasiswa melakukan sesuatu (Widayanto, 2009). Keterampilan ini merupakan adaptasi kemampuan dasar yang dimiliki oleh para ilmuwan dengan adanya penyelidikan untuk menemukan konsep dan menarik kesimpulan (Karsli dan Sahin, 2009). Keterampilan proses sains menurut Rustaman (2005) antara lain melakukan pengamatan (observasi), menafsirkan hasil pengamatan (interpretasi), mengelompokkan (klasifikasi), Meramalkan (Prediksi), Berkomunikasi, berhipotesis, merencanakan percobaan atau penyelidikan, menerapkan konsep atau prinsip, dan mengajukan pertanyaan (Rustaman, *et.al.*, 2005). Untuk mengembangkan kemampuan yang dimiliki mahasiswa dalam pembelajaran termodinamika terdapat kendala dimana termodinamika merupakan konsep abstrak. Sejalan dengan penelitian Huang dan Gramoll (2004) bahwa mahasiswa memiliki kesulitan untuk memvisualisasikan konsep abstrak.

Prinsipnya pada konsep termodinamika, tidak semua konsep dapat dilakukan percobaan, bukan hanya karena tidak ada alatnya, tetapi karakteristik percobaan itu sendiri yang melibatkan proses dan konsep-konsep abstrak, sehingga diperlukan sebuah alternatif agar kegiatan percobaan termasuk pada konsep-konsep abstrak tetap dapat dilakukan. Saat ini para pendidika menggunakan berbagai macam teknologi guna meningkatkan efektifitas dalam proses

belajar mengajar (Kriek and Stols, 2010). Teknologi pendidikan memiliki potensi membuat konsep termodinamika mudah dipelajari melalui visualisasi, sehingga mahasiswa terlibat dalam kegiatan ilmiah (Woldron, 2009). Jika peralatan laboratorium tidak memadai maka salah satu solusinya adalah memanfaatkan media pembelajaran berupa laboratorium virtual. Menurut Cengiz (2010) penggunaan laboratorium virtual dapat mengatasi beberapa masalah yang dihadapi terkait peralatan laboratorium yang kurang memadai dan memberikan kontribusi positif dalam mencapai tujuan pembelajaran. Laboratorium virtual sebagai faktor pendukung untuk memperbanyak pengalaman dan memotivasi siswa untuk melakukan percobaan secara interaktif dan mengembangkan keterampilan bereksperimen (Tatli dan Ayas, 2012).

Agar konsep termodinamika yang abstrak dan makroskopis mudah dipahami oleh mahasiswa perlu adanya inovasi dalam perkuliahan untuk meningkatkan keterampilan proses sains, agar hasil belajar mahasiswa meningkat dengan menggunakan media laboratorium virtual yang dioperasikan dengan komputer serta mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan mahasiswa berada pada laboratorium sebenarnya sehingga akan memberikan arti tersendiri bagi proses pembelajaran pada matakuliah termodinamika. Laboratorium virtual merupakan laboratorium untuk

bereksperimen dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) komputer, dimana dapat mensimulasikan kegiatan laboratorium seakan pengguna berada dalam laboratorium sesungguhnya (Al Fajri *et.al.*, 2016 ; Babateen, 2011). Hal ini sejalan dengan penelitian Widyaningsih dan Irfan (2016) dimana meningkatnya keterampilan proses sains mahasiswa menggunakan media laboratorium virtual jika sarana dan prasarana laboratorium dinilai banyak keterbatasan (Widyaningsih dan Yusuf, 2016:107). Serta penelitian menurut Heri Purnomo mengungkapkan bahwa laboratorium virtual sebagai alternatif kegiatan laboratorium konvensional di perguruan tinggi. Sejalan pula dengan penelitian Elsunni & Abdelwahed (2014) bahwa media laboratorium virtual efektif dalam eksperimen dalam pelajaran sains serta keterampilan proses sains dapat meningkat.

Berdasarkan latar belakang di atas, untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains mahasiswa menggunakan media laboratorium virtual pada matakuliah termodinamika. Pemanfaatan laboratorium virtual diharapkan dapat meningkatkan keterampilan proses sains mahasiswa sehingga mahasiswa dapat menemukan dan mengkonstruksi konsep dengan melakukan penyelidikan dan pengalaman langsung dalam kegiatan eksperimen.

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang di gunakan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian *quasi experiment*, dimana metode ini metode eksperimen dimana pengontrolannya dilakuakn terhadap satu variabel saja (Sukmadinata, 2007). Desain penelitiannya adalah *nonequivalent control group design*, dimana kelompok kontrol dan eksperimen tidak dipilih secara random (Sugiyono, 2013: 79). Model desain ini tergambar atas dua kelompok berbeda, satu kelompok diberi perlakuan dengan menggunakan media virtual laboratorium dan yang lainnya menggunakan media power point dan animasi. Desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

**Tabel 1.** Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan (X)	Posttest
Eksperimen	O <sub>1</sub>	X <sub>A</sub>	O <sub>2</sub>
Kontrol	O <sub>1</sub>	X <sub>B</sub>	O <sub>2</sub>

Keterangan:

- O<sub>1</sub> : Hasil tes sebelum perlakuan (*pretest*)
- O<sub>2</sub> : Hasil tes sesudah perlakuan (*posttest*)
- X<sub>A</sub> : Perlakuan terhadap kelompok eksperimen berupa pembelajaran fisika dengan menggunakan media laboratorium virtual
- X<sub>B</sub> : Perlakuan terhadap kelompok kontrol berupa pembelajaran fisika secara konvensional menggunakan media *power point* dan animasi

Kepada kedua kelompok tersebut diberikan *pretest* dan *post test* untuk mengukur kemampuan keterampilan proses

sains. Populasi yang dipilih yaitu seluruh mahasiswa jurusan Pendidikan IPA yang mengambil mata kuliah Termodinamika. Sampel dalam penelitian yaitu mahasiswa pada program studi pendidikan Fisika yang mengambil mata kuliah termodinamika.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah dengan cara *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel disesuaikan dengan tujuan penelitian atau kata lain ada pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2013). Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu tes dan nontes. Tes digunakan untuk mengukur kemampuan keterampilan proses sains mahasiswa. Nontes untuk mengobservasi kegiatan mahasiswa selama pembelajaran dengan menggunakan media laboratorium virtual. Dalam penelitian ini instrumen yang digunakan uadalah tes subjektif berbentuk soal uraian. Soal disusun berdasarkan tujuan pembelajaran dan indikator-indikator dari KPS. Jenis KPS yang diukur meliputi observasi, menerapkan konsep, interpretasi dan berkomunikasi. Jenis KPS yang diukur dalam lembar observasi meliputi merencanakan percobaan, melaksanakan percobaan, berkomunikasi dan observasi.

Ketercapaian kemampuan keterampilan proses sains, dengan persamaan 1 sebagai berikut

$$\text{Persentase KPS} =$$

$$\frac{\sum \text{Skor siswa pada tiap item}}{\text{Skor maksimum tiap item}} \times 100\% \quad (1)$$

Persentase keterampilan proses sains dikelompokkan dalam lima kategori, dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini (Riduwan dan Akdon, 2013:16)

**Tabel 2.** Kategori Keterampilan Proses Sains dan observasi

Persentase	Kategori
Sangat Baik	81% - 100%
Baik	61% - 80%
Cukup	41% - 60%
Kurang	21% - 40%
Sangat Kurang	0% - 20%

Analisis data instrumen tes menggunakan normalitas gain (*Normalized-Gain*). N-Gain adalah selisih antara nilai tes awal dan tes akhir, gain menunjukkan peningkatan keterampilan proses sains mahasiswa setelah pembelajaran dilaksanakan. Peningkatan penguasaan konsep mahasiswa dengan menggunakan media virtual laboratorium dilihat dari hasil *post-test* dibandingkan dengan hasil *post-test*. Perhitungan peningkatan keterampilan proses sains mahasiswa dapat dihitung menggunakan N-Gain, dengan persamaan (2) (Hake, 1998:65)

$$N - Gain = \frac{skor_{posttest} - skor_{pretes}}{skor_{maksimum} - skor_{pretes}} \quad (2)$$

Kriteria Gain ternormalisasi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3.** Kriteria Gain Ternormalisasi

N-Gain	Kriteria Peningkatan
$G < 0,3$	Peningkatan rendah
$0,3 \leq G \leq 0,7$	Peningkatan sedang
$G > 0,7$	Peningkatan tinggi

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan *pretest* KPS pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol sebelum diberikan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini:

**Tabel 4.** Hasil *Pretest* Kelompok Eksperimen dan kelompok kontrol

Data	<i>Pretest</i>	
	Eksperimen	Kontrol
Nilai Terendah	32	35
Nilai Tertinggi	54	60
Rata-rata	43,36	43,40
Median	45	42
Modus	45	45
Simpangan Baku	5,57	5,48

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata hasil *pretest* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yaitu 43,36 dan 43,40. Terlihat jelas hasil rata-rata kedua kelompok sama besarnya. Kelas kontrol dipilih dari nilai tertinggi paling tinggi di antara kedua kelompok.

Hasil presentase *pretest* keterampilan proses sains pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini :

**Tabel 5.** Presentase *Pretest* Keterampilan Proses Sains pada Kelompok Eksperimen dan Kontrol

Aspek KPS	<i>Pretest</i>			
	Kelompok Eksperimen	Kategori	Kelompok Kontrol	Kategori
Observasi	46,06	Cukup	41,97	Cukup
Menerapkan Konsep	42,50	Cukup	44,55	Cukup
Interpretasi data	44,27	Cukup	51,78	Cukup
Berkomunikasi	20,24	Sangat Kurang	37,04	Kurang
<b>Rerata</b>	<b>43,27</b>	<b>Cukup</b>	<b>43,83</b>	<b>Cukup</b>

Berdasarkan Tabel 5 di atas, rerata *pretest* keterampilan proses sains yang diperoleh kedua kelompok mendekati dengan kategori cukup. Keterampilan proses sains yang paling tinggi pada kelompok eksperimen yaitu observasi (46,06), sedangkan kelompok kontrol yaitu interpretasi data. Nilai yang paling rendah untuk kelompok eksperimen dan kelompok kontrol adalah berkomunikasi, dimana mahasiswa menjelaskan grafik, skema dan menggambarkan grafik masih minimal dari suatu proses-proses gas ideal.

Hasil perhitungan *posttest* KPS pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol sesudah diberikan perlakuan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini:

**Tabel 6.** Hasil *Posttest* Kelompok Eksperimen dan kelompok kontrol

Data	<i>Posttest</i>	
	Eksperimen	Kontrol
Nilai Terendah	50	56
Nilai Tertinggi	90	82
Rata-rata	75,45	73,22
Median	75,5	75
Modus	70	75
Simpangan Baku	8,52	6,96

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata hasil *posttest* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yaitu 73,22 dan 75,22. Simpangan baku yang diperoleh kelompok kontrol sebesar 6,96 dan kelompok eksperimen sebesar 8,52.

Hasil presentase *posttest* keterampilan proses sains pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini :

**Tabel 7.** Hasil *Posttest* Kelompok Eksperimen dan kelompok kontrol

Aspek KPS	<i>Posttest</i>			
	Kelompok Eksperimen	Kategori	Kelompok Kontrol	Kategori
Observasi	90,76	Sangat Baik	66,06	Baik
Menerapkan Konsep	61,36	Baik	71,59	Baik
Interpretasi data	79,05	Baik	80,43	Sangat Baik
Berkomunikasi	65,82	Baik	78,45	Baik
<b>Rerata</b>	<b>74,25</b>	<b>Baik</b>	<b>74,13</b>	<b>Baik</b>

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan rata-rata *posttest* keterampilan proses sains pada kelompok eksperimen dan kontrol hampir sama sebesar 74. Keterampilan proses sains yang paling tinggi pada kelompok eksperimen yaitu observasi (90,76), sedangkan kelompok kontrol yang tinggi adalah interpretasi data (80,43). Pembelajaran menggunakan media laboratorium virtual, kelompok eksperimen memiliki nilai tertinggi pada aspek keterampilan observasi. Kelompok kontrol memiliki nilai tertinggi pada keterampilan interpretasi data. Kedua kelompok pada *pretest*, keterampilan tersebut sudah bernilai paling tinggi.

Nilai yang paling rendah untuk kelompok eksperimen yakni menerapkan konsep, dimana mahasiswa harus mampu

menjelaskan peristiwa baru dengan menggunakan konsep yang telah dimilikinya dimana pembelajarannya disajikan percobaan-percobaan yang membantu mahasiswa untuk mengkonstruksi pengetahuan baru berdasarkan eksperimen yang dilakukan. Sedangkan kelompok kontrol yang terendah pada keterampilan observasi, ini disebabkan ketika pembelajaran hanya melihat saja tidak melakukan kegiatan eksperimen. Hal ini menunjukkan kelas kontrol tidak diasah pada keterampilan kinerja mahasiswa.

Perhitungan nilai N-gain untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains mahasiswa pada kelompok eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

**Tabel 8.** N-Gain Keterampilan Proses Sains (KPS) Kelompok Eksperimen dan Kelompok Kontrol

Aspek KPS	N-Gain			
	Kelompok Eksperimen	Kategori	Kelompok Kontrol	Kategori
Observasi	0,83	Tinggi	0,42	Sedang
Menerapkan Konsep	0,19	Rendah	0,49	Sedang
Interpretasi data	0,62	Sedang	0,59	Sedang
Berkomunikasi	0,57	Sedang	0,66	Sedang
<b>Rerata</b>	<b>0,55</b>	Sedang	<b>0,54</b>	Sedang

Berdasarkan Tabel 8 di atas menunjukkan rerata N-Gain keterampilan proses sains mahasiswa pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yaitu termasuk dalam kategori sedang dengan rerata masing-masing sebesar 0,55 dan 0,54. Keterampilan proses sains yang memiliki kategori tinggi hanya pada kelompok

eksperimen pada keterampilan observasi sebesar 0,83, sedangkan N-gain terendah pada keterampilan menerapkan konsep sebesar 0,19. Untuk kelompok kontrol nilai N-gain terbesar semua keterampilan pada kategori sedang. Hasil dan analisis data menunjukkan penggunaan virtual laboratorium dapat meningkatkan

keterampilan proses sains, sejalan dengan penelitian Elsunni & Abdelwahed (2014) bahwa media laboratorium virtual efektif dalam eksperimen dalam pelajaran sains serta keterampilan proses sains dapat meningkat. Namun, penelitian ini peningkatannya tidak terlalu signifikan.

Observasi dilakukan pada kelompok eksperimen pada setiap pertemuan. Lembar observasi tersusun atas 4 aspek keterampilan proses sains dengan indikator yang mengacu pada kegiatan dalam pembelajaran. Hasil observasi keterampilan proses sains pada kelompok eksperimen dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini:

**Tabel 9.** Rata-rata Persentase Hasil Observasi KPS

Aspek KPS	Persentase Pada Pertemuan ke- (%)			Rata-rata (%)
	1	2	3	
Merencanakan Percobaan	78	84	90	84
Melaksanakan Percobaan	78	84	86	82,67
Observasi	76	88	92	85,33
Berkomunikasi	64	74	84	74

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui rerata keterampilan proses sains mahasiswa setiap pertemuan menunjukkan peningkatan. Rata-rata paling tinggi pada aspek keterampilan mengobservasi, sedangkan yang memiliki nilai rendah yaitu keterampilan berkomunikasi. Hal ini berarti bahwa mahasiswa masih kurang menggunakan informasi yang terdapat pada grafik untuk menjawab pertanyaan. Salah satu penyebabnya karena keterbatasan waktu pembelajaran sehingga semua perwakilan kelompok tidak dapat mempresentasikan percobaan. Rendahnya kemampuan matematis mahasiswa terkait grafik, membuat keterampilan berkomunikasi rendah.

#### IV. PENUTUP

Kita berhasil meningkatkan keterampilan proses sains menggunakan virtual laboratorium pada mata kuliah termodinamika. Hasil keterampilan proses sains pada *pretest* dan *posttest* untuk kelompok eksperimen yang memiliki nilai tinggi yaitu observasi. Sedangkan nilai rendah yaitu berkomunikasi dan menerapkan konsep. Hasil keterampilan proses sains pada *pretest* dan *posttest* untuk kelompok kontrol yang memiliki nilai tinggi yaitu interpretasi data, sedangkan nilai rendah yaitu berkomunikasi dan observasi.



## PUSTAKA

- [1] Al Fajri, M.H., Alatas, F., Daryono, 2016. Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Media Laboratorium Virtual Pada Konsep Listrik Dinamis. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA-Biologi 28 September 2016*. 126-133.
- [2] Babateen, H.M. 2011. The role of Virtual Laboratories in Science Education. *5th International Conference on Distance Learning and Education IPCSIT*, volume 12 : PP 100-104.
- [3] Cengiz, T. 2010. The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, volume 2 (1): 37-53.
- [4] Dukhan, N. & Schumack, M. 2013. Understanding the Continued Poor Performance in Thermodynamics as a First Step toward an Instructional Strategy. *120th ASEE Annual Conference & Exposition*, June 23-26-2013. PP 1-18.
- [5] 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.
- [6] Hakim, A. 2013. Pengembangan Pembelajaran Termodinamika Berbasis ICT. *Jurnal.upi.edu*. <http://jurnal.upi.edu/view/1355/PENGEMBANGAN%20PEMBELAJARAN%20TERMODINAMIKA%20BERBASIS%20ICT>
- [7] Hakim, A., Liliyasi, Setiawan. A, Saptawati, G.A.P. 2017. Interactive Multimedia Thermodynamics To Improve Creative Thinking Skill Of Physics Prospective Teachers. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 13(1) 33-40.
- [8] Hake, R.R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Association of Physics Teachers*. 66. PP:64-74.
- [9] Huang, M, Gramoll, K. 2004. *Online interactive multimedia for engineering thermodynamics. Proceeding of ASEE Annual Conference and Exposition*, pp 10661-10671.
- [10] Karsli, F dan Sahin, C. 2009. Developing Worksheet Based on Science Process Skills : Factors Affecting Solubility. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, Volume 10 (1). 1-12.
- [11] Kriek J., Stols G. (2010) Teachers' beliefs and their intention to use interactive simulations in their classrooms. *South African Journal of Education*, 30, 439-456.
- [12] Marnita. 2013. Peningkatan Keterampilan Proses Sains Melalui Pembelajaran Kontekstual Pada Mahasiswa Semester I Materi Dinamika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, volume 9, h. 43-52
- [13] Musyafak, A., Linuwih, S., Sulhadi. 2013. Konsepsi Alternatif Mahasiswa Fisika Pada Materi Termodinamika. *Unnes Physics Education Journal (UPEJ)*. 2(3): PP:54-60
- [14] Ni'mah, S dan Lestari, N.C. 2017. Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Melalui Pembelajaran Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Pendidikan Hayati Vol 3(3) : 106-115*.
- [15] Purnomo, Heri. 2011. Laboratorium Virtuuil sebagai Alternatif Kegiatan Laboratorium Konvensional di Perguruan Tinggi, *ORBITH*, Vol. 7, No. 3, h 2.
- [16] Riduwan dan Akdon, 2013. *Rumus dan Data dalam Aplikasi Statistika*. Bandung : Alfabeta.
- [17] Risamasu, P.V.M. 2016. Peran Pendekatan Keterampilan Proses Sains Dalam Pembelajaran IPA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 73-81.
- [18] Rustaman, N.Y dkk., 2005. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Malang UNM

- [19] Rusydi, 2017. Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) Pada Materi Termodinamika Untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Dan Kemampuan Kreatif (Kreativitas) Mahasiswa FTK UIN Ar-Raniry Banda Aceh. *Jurnal IPa dan Pembelajaran IPA (JIPI)*, 1(2): 192-202.
- [20] Sukmadinata, N.S. 2007. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- [21] Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D cet.19*. Bandung: Alfabeta
- [22] Tatli, Z., Ayas, A. Virtual Chemistry Laboratory: Effect of Constructivist Learning Environment. *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE*. 13(1): PP.183-199.
- [23] Widayanto. 2009. Pengembangan Keterampilan Proses Dan Pemahaman Siswa Kelas X Melalui KIT Optik. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, Volume 5(1): 1-7.
- [24] Widyaningsih, S.W., Yusuf, I. 2016. Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Melalui Penggunaan Media Laboratorium Virtual Pada Mata Kuliah Fisika Dasar Universitas Papua. *Pancaran* 5(3) : 99-110.
- [25] Woldron, H.U. 2009. Interactive Simulations for The Effective Learning of Physics. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. 28(2) : 163-176