

IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN FISIKA MENGGUNAKAN KEGIATAN LABORATORIUM REAL DAN VIRTUAL UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR PADA POKOK BAHASAN TEORI KINETIC GAS

¹⁾Febrianti Dwi Lestari , ²⁾Alex Hariyanto , ²⁾Sri Handono

¹⁾Program Studi Pendidikan Fisika

Program Studi pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

febrianti.dwil@gmail.com

Abstract

To obtain the purpose of physics learning is needed teoritically learning, nevertheless the existence of learning environment that supports students' experience directly. This research was conducted is one of Jember Senior High School. In this research, the research subject were students at XI grade Ambulu Senior High School state. The sample which were taken from two classes, such as experimental class 1 which use real laboratory activity and experimental class 2 which use virtual laboratory, by determining the class using random technic sampling. The method of data collection used worksheet instrument as assessment observation of science process skills, and posttest which is formed multiple choice question as learning assessment of cognitive aspect. Then, data was analyzed to determine science process skill and learning assessment using real laboratory activity and virtual laboratory on the subject matter of the kinetic theory of gases which use SPSS 23. Based on the result of analysis data can be conclude that: (1) There was significant differences, science process skills towards physics learning use real and virtual laboratory activities on the subject of the kinetic theory of gases, such as the average score of students' sciens process skills in grade 1 is higher than it in grade 2. (2) There was significant differences, learning assessment towards physics learning use real and virtual laboratory activities on the subject of the kinetic theory of gases, such as at grade 1 has the criteria for the students learning assessment are high category while at grade 2 has the criteria for the students learning assessment in the medium category.

Key word: *real laboratory, virtual laboratory, science process skills, learning assessment.*

PENDAHULUAN

Kurikulum 2013 adalah kurikulum yang telah diterapkan di Indonesia saat ini. Menurut Assifa dan Supriyono (2017), pembelajaran saat ini di sekolah sudah menggunakan kurikulum 2013 atau pembelajaran yang berpusat pada siswa. Kurikulum 2013 adalah kurikulum yang dirancang fungsinya untuk mengembangkan potensi siswa mencakup kompetensi

Sikap (afektif), pengetahuan (kognitif), serta keterampilannya (psikomotoriknya).

Menurut Elif ince (2005), fisika merupakan suatu ilmu yang dibangun berdasarkan konsep dan adanya suatu penemuan atau eksperimen. Hal tersebut juga menyangkut ilmu pengetahuan berupa pemahaman konsep, hukum, teori, prinsip, serta penerapannya. Maka untuk mendapatkan tujuan dari pembelajaran fisika dibutuhkan tidak hanya pengajaran secara

teoritik, namun adanya lingkungan pembelajaran yang mendukung pengalaman siswa secara langsung.

Sampai saat ini persepsi dari fisika itu sendiri, hanya menekankan pada rumus numeriknya saja bukan dari konsepnya. Hal tersebut yang membuat seseorang ketika mempelajari fisika merasa kewalahan atau bahkan kesalahpahaman jika harus menghadapi persoalan pemecahan masalah dengan rumus numeriknya saja. Kesalahan ini akibat dari pembelajaran yang tidak mengajak siswa mengintegrasikan dengan penelitian laboratorium dan percobaan. Padahal pada istilah fisika sendiri adalah ilmu yang didapatkan dengan penemuannya sendiri sehingga menghasilkan suatu konsep.

Hingga saat ini permasalahan tentang rendahnya mutu pendidikan yang ada pada setiap jenjang pendidikan masih harus menemukan solusi dari tahun ke tahun. Rekapitulasi UNAS Diknas sebagian besar dapat kita lihat bahwa nilai hasil ujian nasional yang diperoleh oleh siswa SMA/MA tahun ajaran dari sebelumnya hingga 2017/2018 khususnya mata pelajaran fisika masih kurang.

Penguasaan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang fisika sangat penting, alasannya untuk membekali peserta didik dalam ranah pengetahuan, pemahaman dan kemampuan keterampilan dalam mengembangkan ilmu dan teknologi mendatang (P,Sinaga:2010). Perlu adanya upaya menginovasi pembelajaran agar siswa mau tertarik dan menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang mudah dan menyenangkan yaitu dengan menggunakan pembelajaran dengan metode pendekatan. Metode pembelajaran tersebut dapat berupa metode yang berfokus menanamkan pada konsep dengan pembelajaran berbasis kooperatif, interaktif, serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan kegiatan. Kegiatan tersebut bisa berupa praktikum.

Praktikum adalah sebuah metode pembelajaran yang berupa percobaan atau eksperimen yang didukung dengan peralatan dari laboratorium. Laboratorium adalah suatu tempat lingkungan bagi siswa ketika pembelajaran untuk menciptakan suasana yang aktif dan mengembangkan keterampilannya. Gowin dkk(2015) mengungkapkan bahwa dengan laboratorium siswa dapat menjadi lebih aktif ketika kegiatan belajar mengajar berlangsung serta lebih dapat membangun pengetahuannya. Sehingga pembelajaran yang lebih aktif dapat membuat siswa mengingat pengetahuannya dalam jangka waktu lebih lama (Azar dan Sengulac, 2011).

Eksperimen bisa dilaksanakan dengan dua media, baik media secara nyata maupun virtual Menurut Ton de Jong et al(2013), pembelajaran dengan menggunakan kegiatan Laboratorium real dan virtual memiliki tujuan yang sama yaitu siswa dapat mengeksplorasi sifat sains, mengembangkan kemampuan kolaboratif, bersikap kritis dan ilmiah, lebih memahami pada konseptualnya. Dari masing-masing pembelajaran menggunakan laboratorium real dan virtual memiliki kelebihan khusus.

Kegiatan praktikum di laboratorium nyata bertujuan untuk mengenalkan mendemonstrasikan alat-alat yang ada dalam laboratorium secara nyata atau langsung serta membiasakan siswa untuk dapat memecahkan permasalahan berdasarkan atas hukum-hukum serta prinsip dasar dengan melalui metode pengukuran fisis. Guru juga sebagai pendamping yang membimbing siswa dalam menggunakan alat-alat praktikum dengan baik ketika kegiatan belajar dengan siswa. Dengan adanya laboratorium fisika secara nyata kegiatan praktikum dapat menjadikan siswa lebih mudah mengenali dan memperoleh pengalamannya secara langsung.

Banyak cara yang dapat dilakukan oleh guru untuk menciptakan suatu

pembelajaran fisika yang efektif dan efisien. Konsep-konsep tentang fisika yang bersifat abstrak dan mendasar sehingga tidak efektif jika pembelajaran itu hanya menggunakan penjelasan verbal bersifat numeric

Pembelajaran yang efektif itu bisa diciptakan melalui penggunaan pembelajaran eksperimen, demonstrasi, laboratorium, maupun visualisasi materi. Pembelajaran dengan model seperti itu tujuannya dapat membantu siswa dalam memahami konsep atau menghadirkan fenomena seperti yang nyata secara langsung.

Berbagai fenomena kejadian tentang fisika yang sulit dilihat secara langsung dengan mata dapat ditunjukkan dalam bentuk animasi. Kelebihan lainnya dari penggunaan animasi ini untuk memvisualisasi menjadikan lebih interaktif sehingga dapat membangun siswa mensimulasikan berbagai peristiwa fisis sesuai dengan keinginannya.

Ariani dan Haryanto (2010:167) mengungkapkan bahwa laboratorium virtual adalah laboratorium berbasis computer yang memungkinkan siswa dapat melakukan simulasi praktikum dengan program simulasi yang seolah siswa menghadapi fenomena dengan set alat laboratorium yang nyata. Menurut Uno (2010:138), program simulasi yang dapat melibatkan siswa menyelesaikan masalah seperti pada situasi yang sebenarnya adalah dengan program simulasi phet. Physics Education Technology atau PhET termasuk virtual laboratory. Virtual laboratory atau lebih dikenal dengan virtual lab merupakan pengembangan teknologi komputer sebagai suatu bentuk objek multimedia interaktif untuk mensimulasikan percobaan laboratorium ke dalam komputer tersebut (Agustine, 2014:33).

Tujuan dari penelitian ini diantaranya (1) mengkaji perbedaan terhadap keterampilan proses sains pembelajaran

fisika menggunakan kegiatan laboratorium real dengan virtual pada pokok bahasan teori kinetik gas; dan (2) mengkaji perbedaan hasil belajar terhadap pembelajaran fisika menggunakan kegiatan laboratorium real dengan virtual pada pokok bahasan teori kinetik gas

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian komparasi. Penelitian ini dilaksanakan di salah satu SMAN/MAN yang ada di Jember. Dalam penelitian ini, yang menjadi subyek penelitian adalah siswa kelas XI IPA SMA Negeri Ambulu. Sampel yang diambil sebanyak dua kelas yaitu sebagai kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 dengan penentuan kelas menggunakan teknik random sampling. Desain penelitian ini menggunakan eksperimental design (Sugiyono, 2014: 75). Metode pengumpulan data penelitian ini yaitu berupa instrumen lembar kerja siswa sebagai observasi penilaian keterampilan proses sains siswa, serta post test berupa pertanyaan pilihan ganda sebagai penilaian hasil belajar aspek kognitif. Selanjutnya data dari hasil penelitian dianalisis untuk mengetahui perbedaan terhadap keterampilan proses sains serta hasil belajarnya menggunakan kegiatan laboratorium real dengan virtual pada pokok bahasan teori kinetik gas menggunakan SPSS 23 menggunakan uji statistik hipotesis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini tujuannya untuk mengetahui perbandingan terhadap dua kelas eksperimen dengan perlakuan pembelajaran yang berbeda. Sampel diambil dengan dua kelas yaitu untuk kelas penelitian eksperimen 1 dan eksperimen 2. Sebelum menentukan sampel, dilakukan uji homogenitas terhadap nilai ulangan harian

sebelumnya untuk melihat kesamaan awal kemampuan siswa.

Dari intepretasi hasil uji homogenitas terhadap nilai ulangan harian sebelumnya di kelas XI IPA 1, XI IPA 2, dan XI IPA 3 diperoleh nilai sig. sebesar 0.401. Hal ini dapat disimpulkan bahwa populasi dikatakan homogen. Kemudian kelas eksperimen 1 dan 2 ditentukan secara acak . Kelas eksperimen pertama dengan pembelajaran menggunakan kegiatan laboratorium real(nyata) dilakukan di kelas XI IPA 1, dan Kelas eksperimen kedua dengan pembelajaran menggunakan kegiatan laboratorium virtual dilakukan di kelas XI IPA 2.

Keterampilan Proses Sains Siswa

Keterampilan proses sains siswa dapat diukur selama kegiatan pembelajaran berlangsung baik menggunakan pembelajaran laboratorium secara real di kelas eksperimen pertama maupun pembelajaran laboratorium berbasis media virtual di kelas eksperimen kedua.

Tabel 1. Hasil data keterampilan proses sains siswa

	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
KPS	XI IPA 1	34	23.1471	3.21108	.55070
	XI IPA 2	36	20.7222	3.60643	.60107

Hasil data keterampilan proses sains siswa di kelas eksperimen 1 (XI IPA 1) diperoleh rata-rata 23.147 dan kelas eksperimen 2 (XI IPA 2) diperoleh rata-rata 20.7. Kemudian data hasil KPS di kelas

eksperimen 1 dan 2 diuji normalitas data dan uji homogenitas sebagai uji syarat untuk membandingkan perbedaan keterampilan proses sains dalam pembelajaran menggunakan kegiatan laboratorium real dengan virtual. Hasil analisis uji normalitas dengan kolmogorov menunjukkan nilai sig (0.000) < 0.05 sehingga menghasilkan bahwa data berdistribusi tidak normal.

Sedangkan untuk uji homogenitas varians diperoleh nilai sig sebesar 0.778 sehingga hal ini menunjukkan bahwa uji homogenitas dari 2 kelas tersebut adalah homogen.

Karena data berdistribusi tidak normal dan data varians homogen, maka data dianalisis menggunakan Uji statistic non parametris yaitu Uji Mann-Whitney Test. Uji Mann-Whitney merupakan uji data yang digunakan utuk mengetahui ada tidaknya perbedaan keterampilan proses sains siswa antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok eksperimen 2.

Untuk kriteria pengujian dilihat berdasarkan hasil nilai p (signifikansi) dari data keduanya. Apabila p (signifikansi > 0,05), maka hipotesis nihil (Ho) diterima dan hipotesis alternative (Ha) ditolak menyatakan bahwa skor rata-rata keterampilan proses siswa pada kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 tidak berbeda atau sama, sedangkan apabila p (signifikansi ≤ 0,05), maka hipotesis nihil (Ho) ditolak dan hipotesis alternative (Ha) diterima menyatakan bahwa skor rata-rata keterampilan proses siswa pada kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 berbeda secara signifikan

Tabel 2. Uji Mann Whitney U test keterampilan proses sains

Ranks				
	Kelas	N	Mean Rank	Sum of Ranks
KPS	XI IPA 1	34	42.51	1445.50
	XI IPA 2	36	28.88	1039.50
	Total	70		

Test Statistics ^a	
	KPS
Mann-Whitney U	373.500
Wilcoxon W	1039.500
Z	-2.927
Asymp. Sig. (2 tailed)	.005

a. Grouping Variable: Kelas

(Sukestiyarno,2014:213)

Setelah data diuji menggunakan uji mann whitney diperoleh nilai Asymp.Sig.(2-tailed) sebesar 0.005. hasil ini menunjukkan criteria suatu pengujian p signifikansi ≤

0.05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan skor rata-rata keterampilan proses siswa pada kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2. Perbedaan terletak pada skor rata-rata keterampilan proses sains di kelas eksperimen 1 (XI IPA 1) lebih tinggi dibandingkan di kelas eksperimen 2 (XI IPA 2).

Pengelompokan kriteria keterampilan proses sains siswa yang dimiliki tiap kelas dapat dilihat berdasarkan dari skor rata-rata setiap kelas. Untuk kelas eksperimen 1 (XI IPA 1) memiliki skor rata-rata keterampilan proses sains sebesar 23.1 atau 85% sedangkan kelas eksperimen 2 (XI IPA 2) sebesar 20.7 atau 77%. Hal ini menunjukkan bahwa skor rata-rata keterampilan proses sains siswa di kelas eksperimen 1 (XI IPA 1) lebih tinggi dibandingkan skor rata-rata keterampilan proses sains siswa di kelas eksperimen 2 (XI IPA 2). Dari kelas eksperimen 1 maupun eksperimen 2 kriteria keterampilan proses siswa berkategori baik yaitu berada di interval $75\% \leq \text{Skor} < 100\%$.

Hasil Belajar

Dalam penelitian ini, sebelum melakukan implementasi pembelajaran dengan praktikum, guru peneliti melakukan pre test terlebih dahulu untuk mengetahui konsep awal siswa tentang teori kinetik gas dalam menerapkan di kehidupan sehari-hari. Pre test terdiri dari 3 soal yang memiliki bobot untuk memancing sikap ilmiah siswa. Dari 70 sampel yang terbagi atas 2 kelompok eksperimen, rata-rata hasil dari pre test bahwa siswa memiliki konsep teori yang baik, siswa rata-rata mampu menjabarkan konsep hukum boyle gay lussac serta memberikan hipotesis bahwa hubungan antara suhu, tekanan, dan volume adalah konstan yakni apabila suhu dinaikkan maka tekanan dan volume juga

akan naik sesuai dengan hukum boyle gay lussac bahwa $PV \sim T$ konstan.

Setelah pre test dilaksanakan guru dapat memulai membimbing siswa untuk melaksanakan praktikum baik itu di kelas eksperimen pertama dan eksperimen kedua. Kelas eksperimen pertama yaitu pembelajaran dengan menggunakan praktikum real dan kelas eksperimen kedua yaitu pembelajaran dengan menggunakan praktikum virtual. Kemudian siswa baik di kelas eksperimen pertama dan kedua mulai melakukan praktikum sesuai bimbingan guru dan menyelesaikan lembar kerja siswa. Setelah pembelajaran selesai, guru membahas bersama, dan kemudian guru memberikan post test kepada tiap siswa sebanyak 70 sampel berupa pertanyaan pilihan ganda yang dijabarkan secara essay. Post test diberikan di akhir pembelajaran yang tujuannya untuk menilai proses akhir dari hasil belajar siswa.

Tabel 3. Hasil data nilai post test siswa

Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
HB XI IPA 1	34	63.6765	19.31826	3.31305
XI IPA 2	36	50.9722	23.26307	3.87718

Hasil data pada hasil akhir belajar siswa di kelas eksperimen 1 (XI IPA 1) rata-rata nilai hasil post test sebesar 63.68 dan kelas eksperimen 2 (XI IPA 2) rata-rata nilai hasil post test sebesar 51. Kemudian data hasil post test di kelas eksperimen 1 dan 2 diuji normalitas data dan uji homogenitas sebagai uji syarat untuk membandingkan perbedaan hasil belajar pembelajaran fisika menggunakan kegiatan laboratorium real dengan virtual. Hasil dari uji normalitas data diperoleh dengan kolmogorov 0.011 dan 0.037. Hasil analisis uji normalitas dengan kolmogorov menunjukkan nilai sig < 0.05 sehingga menghasilkan bahwa data berdistribusi tidak normal. Sedangkan untuk uji homogenitas varians diperoleh nilai sig sebesar 0.242 sehingga hal ini menunjukkan

bahwa uji homogenitas dari 2 kelas tersebut adalah homogen.

Ternyata hasil data berdistribusi tidak normal dan data varians homogen, hal ini menyimpulkan bahwa data bersifat non parametrik sehingga data dianalisis menggunakan Uji Mann-Whitney Test. Uji Mann-Whitney merupakan uji data yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil belajar siswa antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok eksperimen 2.

Untuk kriteria pengujian dilihat berdasarkan hasil nilai p (signifikansi) dari data keduanya. Apabila p (signifikansi > 0,05), maka hipotesis nihil (Ho) diterima dan hipotesis alternative (Ha) ditolak menyatakan bahwa skor rata-rata Hasil belajar siswa pada kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 tidak berbeda atau sama, sedangkan apabila p (signifikansi ≤ 0,05), maka hipotesis nihil (Ho) ditolak dan hipotesis alternative (Ha) diterima menyatakan bahwa skor rata-rata Hasil belajar siswa pada kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 berbeda secara signifikan.

Tabel 4. Uji Mann Whitney U test Hasil belajar siswa

Kelas	N	Mean Rank	Sum of Ranks
HB XI IPA 1	34	40.56	1379.00
XI IPA 2	36	30.72	1106.00
Total	70		

Test Statistics ^a	
	HB
Mann-Whitney U	440.000
Wilcoxon W	1106.000
Z	-2.032
Asymp. Sig. (2-tailed)	.042

a. Grouping Variable: Kelas

(Sukestiyarno,2014:213)

Setelah data diuji menggunakan uji mann whitney diperoleh nilai Asymp.Sig.(2-tailed) sebesar 0.042. Hasil ini menunjukkan criteria suatu pengujian p signifikansi ≤ 0.05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata Hasil belajar

siswa pada kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2. Perbedaan hasil belajar terletak pada nilai rata-rata post test di kelas eksperimen 1 (XI IPA 1) lebih tinggi dibandingkan di kelas eksperimen 2 (XI IPA 2).

Kategori kemampuan kognitif siswa baik di kelas eksperimen 1 dan 2 dinilai berdasarkan nilai rata-rata hasil post test di tiap masing-masing kelas. Untuk kelas eksperimen 1 (XI IPA 1) memiliki skor rata rata nilai post test sebesar 63.7 atau 63.7% sedangkan kelas eksperimen 2 (XI IPA 2) memiliki skor rata rata nilai post test sebesar 51 atau 51%. Dari kelas eksperimen 1 memiliki kriteria hasil belajar siswa berkategori tinggi yaitu berada di interval $60\% \leq \text{Skor} < 80\%$, sedangkan kelas eksperimen 2 memiliki kriteria hasil belajar siswa berkategori sedang yaitu berada di interval $40\% \leq \text{Skor} < 60\%$. Hal ini menunjukkan bahwa skor rata-rata nilai post test di kelas eksperimen 1 (XI IPA 1) lebih tinggi dibandingkan skor rata-rata nilai post test di kelas eksperimen 2 (XI IPA 2).

Dari implementasi pembelajaran menggunakan kegiatan laboratorium real dan virtual mampu mengembangkan keterampilan prosesnya, serta memberikan pengalaman yang nyata baik secara mikroskopis maupun makroskopis serta memberikan pendekatan terhadap sikap ilmiahnya (Indro W, 2016). Sehingga memungkinkan siswa dapat menghubungkan fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasarinya sehingga pemahaman siswa meningkat (Aina, 2013). Penelitian tentang Pembelajaran fisika dengan menggunakan laboratorium real dan virtual sebelumnya pernah dilakukan oleh Assifa Rohaniah dan Supriyono. Hasil dari penelitian ini adalah ada pengaruh yang signifikan antara pembelajaran menggunakan aktivitas laboratorium real dan virtual terhadap respon siswa dan kompetensi siswa pada materi teori kinetik

gas di kelas XI SMA di Surabaya. Meskipun hasil keduanya memiliki kategori tingkat hasil belajar yang berbeda namun hasil rata-rata di kelas eksperimen 1 maupun 2 masih kurang di bawah KKM 75. Hal ini dikarenakan siswa baru dua kali pertemuan, dan belum sebagian besar mendalami materi lainnya di bab teori kinetik gas.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa : (1) Terdapat perbedaan yang signifikan keterampilan proses sains terhadap pembelajaran fisika menggunakan kegiatan laboratorium real dengan virtual pada pokok bahasan teori kinetik gas yaitu skor rata-rata keterampilan proses sains siswa terhadap pembelajaran fisika menggunakan kegiatan lab real lebih tinggi dibandingkan skor rata-rata keterampilan proses sains siswa terhadap pembelajaran fisika menggunakan kegiatan lab virtual; dan (2) Terdapat perbedaan yang signifikan hasil belajar terhadap pembelajaran fisika menggunakan kegiatan laboratorium real dengan virtual pada pokok bahasan teori kinetik gas yaitu hasil belajar terhadap pembelajaran fisika menggunakan kegiatan laboratorium real memiliki kriteria hasil belajar siswa berkategori tinggi, sedangkan hasil belajar terhadap pembelajaran fisika menggunakan kegiatan laboratorium virtual memiliki kriteria hasil belajar siswa berkategori sedang.

Berdasarkan kesimpulan yang telah dikemukakan, maka penulis mengajukan beberapa saran yaitu : (1) Memberikan inovasi pembelajaran yang lebih aktif dan menyenangkan bagi siswa; dan (2) Bagi peneliti selanjutnya yang ingin melanjutkan penelitian mengkaji implementasi pembelajaran fisika menggunakan kegiatan laboratorium real dan virtual agar mencermati segala keterbatasan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Agustine, D., Wiyono, K., dan Muslim, M. 2014. Pengembangan e-learning berbantuan virtual laboratory untuk mata kuliah praktikum fisika dasar II di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNSRI. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 1(1), 33-42.
- Aina, J.K. 2013. Integratiom of ICT into physics learning to improve students academic achevment:problem and solutions. *Open jurnal education*. Physics department college of education (tech)lafiagi state, Abuja
- Ariani, Niken. Dan Haryanto, Dany. 2010. *Pembelajaran Multimedia di Sekolah*. Jakarta: Prestasi Pustaka
- Rohaniyah, S., Supriyono. 2017. physics learning using real and virtual laboratory activites to improve student competencies in boyle-gay lussacs law and ideal gases equation. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*. Vol. 06 No. 03, September 2017, 72-76. ISSN: 2302-4496
- Azar, A., Şengülec, Ö.A. 2011. "The effect on student achievement and attitude towards physics. Computer-Assisted and Laboratory Assisted teaching methods in physics teaching". *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*. Vol. 43-50
- De Jong, T., Linn, M., & Zacharia, Z. 2013. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *American Association for the Advancement of Science*. Vol. 340

- Godwin, Oluwasegun, Adrian, Ohwofosirai, Johnbull, Emagbetere. 2015. The Impact of Physics Laboratory on Students Offering Physics in Ethiopia West Local Government Area Delta State. *Education Research and Reviews*, volume 10(7), pp 951-956
- İnce, E., Güneş, Z. Ö., Yaman, Y., Kırbaşlar, F. G., Yolcu, Ö., & Yolcu, E. 2015. The Effectiveness of the IUVIRLAB on Undergraduate Students' Understanding of Some Physics Concepts. *Procedia – Social and Behavioral Science*. Vol. 10: pp 1785-1792
- P. Sinaga. 2010. Penerapan Laboratorium Maya pada Pembelajaran Konseptual Interaktif Fisika untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Mengembangkan Scientific Skill. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. ISBN : 978-979-98010-6-7
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sukestiyarno. 2014. *Statistika Dasar*. Yogyakarta: CV Andi Offset
- Uno, H. B., dan Lamatenggo, N. 2010. *Teknologi Komunikasi dan Informasi Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara
- Wicaksono, Indro. 2016. Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis phet dan kit sederhana untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa sma pada materi teori kinetic gas. *pros semnas pend.ipa pascasarjana UM*. Vol 1