

## Pengaruh Integrasi Laboratorium Virtual dalam Model Pembelajaran *Problem Solving* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit

Dwi Afni Musyaillah, Sukro Muhab, dan Yusmaniar  
Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Rawamangun 13220, Jakarta, Indonesia

Corresponding author: [dwiiafniii@gmail.com](mailto:dwiiafniii@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh positif integrasi laboratorium virtual dalam model pembelajaran *Problem Solving* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 – Mei 2019. Metode penelitian kuantitatif yang digunakan adalah quasi experiment dengan *Posttest Only Control Group Design*. Penelitian ini terdiri atas kelas eksperimen dan kelas kontrol, masing-masing berjumlah 36 peserta didik. Kelas eksperimen menerapkan pembelajaran integrasi laboratorium virtual dalam model pembelajaran *Problem Solving*, sedangkan kelas kontrol menerapkan pembelajaran 5M. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen sebesar 72,8 dan kelas kontrol sebesar 63,7. Hasil pengujian terhadap hipotesis diperoleh dengan nilai  $t_{hitung} (4,942) > t_{tabel} (1,667)$  dengan nilai dengan taraf signifikan 0,05, hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh positif integrasi laboratorium virtual dalam model pembelajaran *Problem Solving* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit.

### Kata kunci

Laboratorium Virtual, *Problem Solving*, Kemampuan Berpikir kritis, Larutan elektrolit dan non elektrolit.

### Abstract

The purpose of this study was to determine the positive effect of virtual laboratory integration in *Problem Solving* learning models on students' critical thinking skills in electrolyte and non-electrolyte solution materials. This research was conducted in December 2018 - May 2019. The quantitative research method used was a quasi experiment with *Posttest Only Control Group Design*. This research consisted of experimental class and control class, with 36 students in each class. The experimental class applies virtual laboratory integration learning in the *Problem Solving* learning model, while the control class applies 5M learning. The results showed that the average *posttest* value of the experimental class was 72.8 and the control class was 63.7. The results of the testing of the hypothesis were obtained by the value of  $t_{count} (4.942) > t_{table} (1.667)$  with a value with a significant level of 0.05, indicating that the positive influence of virtual laboratory integration in the *Problem Solving* learning model on students' critical thinking abilities in electrolyte solution material and non electrolytes.

### Keywords

Virtual Laboratory, *Problem Solving*, Critical Thinking Ability, Electrolyte and non electrolyte

## 1. Pendahuluan

Pada pembelajaran abad 21, guru harus mendukung pembelajaran secara mandiri dan mendukung eksplorasi pengetahuan[24]. Guru harus memaksimalkan pola pembelajaran yang mandiri dan berpusat pada peserta didik yaitu student center. Dalam mengarahkan pembelajaran ke abad 21, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, di antaranya adalah menerapkan pola pembelajaran yang bervariasi, memberikan unsur berpikir tingkat tinggi dalam proses pembelajaran serta mengintegrasikan teknologi. Maka guru harus mampu memberikan peserta didik tugas di tingkat aplikasi, analisa, dan evaluasi. Hal ini akan mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dalam menyelesaikan tugas dari guru.

Kemampuan berpikir kritis peserta didik Indonesia masih di bawah standar internasional. Berdasarkan data dari hasil studi yang dilakukan PISA (Programme for International Student Assessment) tahun 2015, Indonesia dalam skor sains berada di peringkat 69 dari 76 negara peserta dengan skor rata-rata 403[17]. Rendahnya pencapaian peserta didik Indonesia dalam PISA yang menggunakan soal pengetahuan, mengidentifikasi masalah yang berhubungan dengan penyelesaian masalah menunjukkan bahwa peserta didik Indonesia memiliki tingkat kemampuan berpikir kritis yang masih rendah. Berdasarkan hasil pengamatan di salah satu SMAN Jakarta bahwa kelas X IPA memiliki kemampuan berpikir kritis yang rendah[16]. Pembelajaran kimia di kelas kurang mengaitkan dengan kehidupan sehari-hari sehingga siswa kurang mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Proses pembelajaran perlu dikembangkan sehingga siswa dapat terlatih untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Maka, dibutuhkan perubahan dalam strategi pengajaran dan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis yang diperlukan di abad ke-21 [14]. Salah satu strategi yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis adalah melalui model pembelajaran *Problem Solving*. *Problem Solving*

menggambarkan situasi di mana siswa dihadapkan dengan tugas dan mereka mencari solusi yang memungkinkan[13]. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik meningkat setelah menggunakan pembelajaran *Problem Solving*[3,2,20].

Integrasi teknologi juga diperlukan untuk menunjang pembelajaran abad 21. Dibutuhkan suatu media belajar yang tepat untuk mempermudah memahami konsep kimia yang abstrak untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Salah satu bagian dari kemampuan tingkat tinggi adalah kemampuan berpikir kritis[6]. Media yang digunakan dalam proses pembelajaran salah satunya adalah laboratorium virtual. Secara umum, laboratorium virtual adalah kombinasi dari perangkat keras dan sistem perangkat lunak yang memungkinkan untuk melakukan eksperimen yang terkait dengan pelajaran sains tanpa kontak langsung dengan peralatan yang sebenarnya[7]. Laboratorium virtual tetap memungkinkan munculnya kegiatan minds-on dan hands-on sehingga dapat melatih kemampuan proses sains yang berguna untuk melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi[15]. Penggunaan laboratorium virtual terutama di kelas kimia, memberikan keuntungan dan kemampuan dalam menyajikan materi pembelajaran di tingkat makroskopik, simbolik, dan sub-mikroskopis[8]. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya pengembangan berpikir kritis dengan penggunaan laboratorium virtual[19,26,8].

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Salah satu upaya yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis adalah penggunaan model pembelajaran *Problem Solving* dengan menggunakan media laboratorium virtual. Siswa yang mempelajari proses berpikir melalui *Problem Solving* akan membantu siswa dalam berlatih keterampilan berpikir tingkat tinggi[22]. Sehingga, model ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Model pembelajaran *Problem Solving*

dikombinasi dengan laboratorium virtual sebagai variasi pembelajaran di dalam kelas. Laboratorium virtual yang dilakukan melalui simulasi bertujuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam melakukan penelitian ilmiah[5]. Laboratorium virtual juga akan memotivasi siswa dan membuat siswa menjadi aktif dan mandiri dalam proses

pembelajaran sehingga akan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Dengan demikian, maka diperlukan penelitian tentang Pengaruh Integrasi Laboratorium Virtual dalam Model Pembelajaran *Problem Solving* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Elektrolit dan Non elektrolit.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 – bulan Mei 2019, di salah satu SMAN Jakarta. Penelitian ini menggunakan *Quasi Experiment* dan desain *Posttest Only Control Group* dengan pendekatan kuantitatif. Subjek penelitian ini adalah kelas X MIPA sebagai kelas kontrol dan sebagai kelas eksperimen.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan observasi dan tes kemampuan berpikir kritis. Penilaian skor kemampuan berpikir kritis dilakukan berdasarkan rubrik penilaian berpikir kritis dengan 5 aspek, yaitu identifikasi masalah di pertanyaan, pemahaman konseptual, hubungan antar konsep, asumsi, dan kesimpulan. Pengujian hipotesis dilakukan dengan uji-t *independent* yang sebelumnya sudah dilakukan uji prasyarat analisis dengan menggunakan uji normalitas (uji *liliefors*) dan uji homogenitas (uji *Fisher*).

## 3. Hasil dan Pembahasan

Skor kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen diperoleh melalui penyebaran instrumen penelitian berupa essay yang sudah di validasi dan diberikan setelah perlakuan.

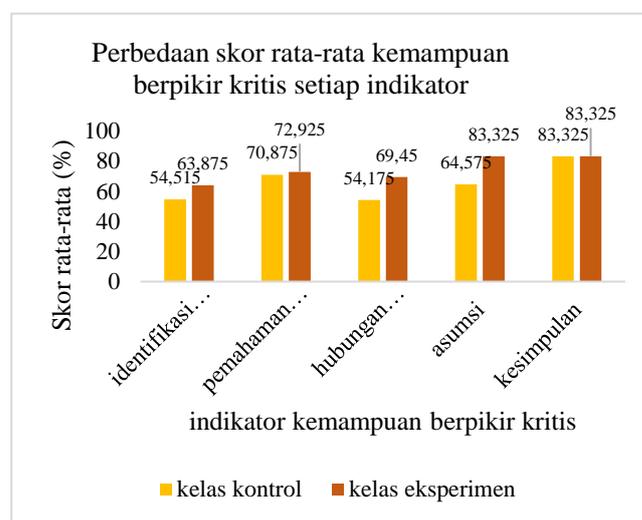
## Hasil Kemampuan Berpikir Kritis

Hasil kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1** Hasil Posttest Kemampuan Berpikir Kritis pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

|                        | Mean | Tertinggi | Terendah |
|------------------------|------|-----------|----------|
| <b>Eksperimen (36)</b> | 72,8 | 83,3      | 54,2     |
| <b>Kontrol (36)</b>    | 63,7 | 75        | 33       |

Untuk mengetahui perbandingan pencapaian rata-rata tiap indikator dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar. 1** Perbedaan Skor Rata-Rata Kemampuan Berpikir Kritis Setiap Indikator

## Uji Hipotesa

Berdasarkan uji prasyarat analisis pada tes kemampuan berpikir kritis, hipotesis penelitian diuji menggunakan statistika parametrik dengan menggunakan uji-t *independent* untuk mengetahui Pengaruh Integrasi Laboratorium Virtual dalam Model Pembelajaran *Problem Solving* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Elektrolit dan Non elektrolit.

**Tabel 2** Hasil Uji t Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

|                  |                         | Independent Samples Test     |    |                 |                 |                       |
|------------------|-------------------------|------------------------------|----|-----------------|-----------------|-----------------------|
|                  |                         | t-test for Equality of Means |    |                 |                 |                       |
|                  |                         | t                            | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference |
| <b>Experimen</b> | Equal variances assumed | 4,942                        | 70 | 0,000           | 9,14167         | 1,84963               |

## Pembahasan

Berdasarkan grafik Perbedaan Skor Rata-rata Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol, diketahui bahwa pada indikator hubungan antar konsep, dan indikator asumsi, memiliki perbedaan skor rata-rata yang lebih besar. Sedangkan pada indikator kesimpulan, tidak memiliki perbedaan skor rata-rata kelas kontrol dan kelas eksperimen. Berdasarkan tabel Hasil Posttest Kemampuan Berpikir Kritis pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol, terdapat perbedaan rata-rata skor antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol, skor rata-rata posttest kelompok eksperimen yaitu 72,8 lebih tinggi dibandingkan skor rata-rata posttest kelompok kontrol yaitu 63,7. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan tersebut dipengaruhi oleh integrasi laboratorium virtual dalam model pembelajaran Problem Solving, pembelajaran Problem Solving memberi peserta didik kesempatan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pemecahan masalah dan mendorong kolaborasi, pembelajaran aktif, dan pemahaman konsep[11]. Pembelajaran dengan problem solving menyediakan kondisi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, analitis dan memecahkan masalah kompleks dalam kehidupan nyata sehingga akan memunculkan “budaya berpikir” pada diri peserta didik[10].

Pada kelas eksperimen yang menggunakan laboratorium virtual berbasis Problem Solving memiliki skor kemampuan berpikir kritis lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Untuk memperkuat hasil penelitian dilakukan uji t untuk membuktikan hipotesis statistik. Analisis statistik yang digunakan adalah parametrik, karena data yang dihasilkan memiliki distribusi normal dan homogen. Perhitungan uji t sampel didapatkan  $t_{hitung} (4,942) > t_{tabel} (1,667)$  dengan  $df = 70$  dan taraf signifikan 0,05. Berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan t, dihasilkan bahwa  $H_0$

ditolak dan  $H_1$  diterima, yaitu rata-rata skor kelompok eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata skor kelompok kontrol, artinya terdapat pengaruh positif integrasi laboratorium virtual dalam model pembelajaran Problem Solving terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit.

Perbedaan yang terjadi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dipengaruhi oleh adanya perlakuan yang diberikan kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada kedua kelas ini diterapkan pembelajaran yang berbeda, kelas eksperimen diterapkan integrasi laboratorium virtual dalam model pembelajaran Problem Solving sedangkan kelas kontrol hanya dilakukan pembelajaran 5M, sehingga kemampuan berpikir kritis peserta didik di kelas eksperimen lebih besar. Hal ini disebabkan karena pada kelas eksperimen model pembelajaran Problem Solving yang menuntut peserta didik untuk mengidentifikasi masalah pada kelompoknya masing-masing dimulai dari identifikasi masalah sampai dengan kesimpulan dan pemaparan hasil diskusi kelompok, dipadukan dengan laboratorium virtual yang berguna sebagai media pencarian informasi peserta didik dan dalam mengasumsi rumusan masalah percobaan. Sedangkan pada kelas kontrol tidak digunakan laboratorium virtual dan model pembelajaran yang bervariasi, sehingga tidak ada penunjang dalam proses pembelajaran.

Beberapa penelitian yang mendukung hasil dari penelitian ini yaitu penelitian yang dilakukan Ocampo dan Belecina (2018) terkait peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik menunjukkan hasil penelitian bahwa berpikir kritis peserta didik dalam pemecahan masalah meningkat secara signifikan setelah menggunakan Problem Solving. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Nicole Simon (2015) terkait peningkatan kemampuan berpikir

tingkat tinggi dan berpikir kritis menunjukkan bahwa peserta didik dengan eksperimen laboratorium virtual dan simulasi eksperimen memiliki tingkat kemampuan berpikir tingkat tinggi dan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan peserta didik dengan eksperimen langsung di laboratorium nyata.

Pembelajaran menggunakan integrasi laboratorium virtual dalam model pembelajaran *Problem Solving* dapat memberikan pengaruh positif pada kemampuan berpikir kritis peserta didik. Laboratorium virtual memberi peserta didik peluang untuk memperdalam pengalaman belajar; melakukan eksperimen seolah-olah berada di laboratorium nyata; dan meningkatkan keterampilan berpikir[23]. Melalui penggunaan program komputer yang dilengkapi dengan simulasi praktikum dapat mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa meliputi berpikir kreatif, kritis, pemecahan masalah; serta pengambilan keputusan[21]. Laboratorium virtual mensimulasikan lingkungan dan proses laboratorium nyata di mana siswa mengubah pengetahuan teoretis mereka menjadi pengetahuan praktis dengan melakukan eksperimen[25]. Melalui laboratorium virtual, siswa memiliki kesempatan untuk mengulangi percobaan yang salah atau untuk mendapatkan pengalaman virtual yang bermakna. Selain itu, dengan penggunaan laboratorium virtual, lingkungan belajar menjadi jelas dan menyenangkan[12]. Pembelajaran menggunakan laboratorium virtual membuat siswa dapat berpikir secara mendalam terhadap hal-hal yang mulanya bersifat abstrak, mampu berintegrasi dalam menganalisa masalah sehingga dapat dijangkau oleh pengetahuan siswa dan memunculkan ide-ide penalaran yang logis, sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini juga sejalan dengan *Problem Solving* yang mencakup proses tahapan mengidentifikasi dan merumuskan masalah, mengaitkan pengetahuan awal dengan masalah terkait, merumuskan hipotesa, mengeksplorasi untuk memecahkan masalah, membuat solusi, dan evaluasi[18]. Pengajaran *Problem Solving* disajikan dengan mendorong

siswa untuk mencari dan memecahkan suatu masalah atau persoalan dalam rangka pencapaian tujuan pengajaran[9]. *Problem Solving* dalam pendidikan sangat penting dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Belajar melalui pembelajaran *Problem Solving*, dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik[4]. Prestasi siswa yang diajarkan dengan model pembelajaran *Problem Solving* lebih baik dibandingkan dengan peserta didik yang diajarkan melalui cara mengajar tradisional[1]. Hal ini karena penggunaan model *Problem Solving* diawali dengan masalah dan diperoleh jawabannya dalam proses pembelajaran atau di luar proses pembelajaran. Melalui *Problem Solving* dapat membantu peserta didik untuk belajar pengetahuan baru dan menerapkan pengetahuan tersebut untuk dapat menghadapi masalah yang harus diselesaikan. Model pembelajaran *Problem Solving* dapat melatih dan mendorong siswa untuk terampil dalam menyelesaikan masalah, karena di dalamnya terdapat proses analisis dan menyimpulkan, dengan melatih siswa memecahkan masalah. akan meningkatkan kemampuan berpikir kritis, sehingga kemampuan berpikir kritis siswa akan meningkat.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai rata-rata posttest pada kelas eksperimen yang diberikan perlakuan penggunaan integrasi laboratorium virtual dalam model pembelajaran *Problem Solving* yaitu 72,8 lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata posttest pada kelas kontrol yang diberikan perlakuan pembelajaran 5M yaitu 63,7. Perbedaan yang signifikan dibuktikan dengan hasil uji t yaitu  $t_{hitung} (4,942) > t_{tabel} (1,667)$  dengan  $df = 70$  dan taraf signifikan 0,05, artinya  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima.

Sehingga, terdapat pengaruh positif integrasi laboratorium virtual dalam model pembelajaran *Problem Solving* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit. Dengan demikian kemampuan

berpikir kritis dalam pembelajaran kimia dapat ditingkatkan dengan penggunaan integrasi laboratorium virtual dalam model pembelajaran

*Problem Solving*, terutama pada indikator Hubungan antar konsep dan Asumsi.

### Daftar Pustaka

- [1] Ali R, Akhter A, Khan A. Effect of using problem solving method in teaching mathematics on the achievement of mathematics students. *Asian Soc Sci* 2010; 6: 67.
- [2] Ariyanti ND, Haryono H, Masykuri M. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis dan Prestasi Belajar Siswa pada Materi Stoikiometri dengan menggunakan Model Pembelajaran Problem Solving Berbantuan Modul di Kelas X MIA 2 SMA Negeri 1 Banyudono Tahun Pelajaran 2015/2016. *J Pendidik Kim Univ Sebel Maret* 2017; 6: 62–68.
- [3] Belecina RR, Ocampo Jr JM. Effecting change on students' critical thinking in problem solving. *Educare* 2018; 10.
- [4] Chukwuyenum AN. Impact of critical thinking on performance in mathematics among senior secondary school students in Lagos State. *IOSR J Res Method Educ* 2013; 3: 18–25.
- [5] Corter JE, Nickerson J V, Esche SK, et al. Constructing reality: A study of remote, hands-on, and simulated laboratories. *ACM Trans Comput Interact* 2007; 14: 7–es.
- [6] Costa AL. Developing minds: A resource book for teaching thinking Alexandria. VA ASCD 1985.
- [7] Daineko Y, Dmitriyev V, Ipalakova M. Using virtual laboratories in teaching natural sciences: An example of physics courses in university. *Comput Appl Eng Educ* 2017; 25: 39–47.
- [8] Herga NR, Čagran B, Dinevski D. Virtual laboratory in the role of dynamic visualisation for better understanding of chemistry in primary school. *Eurasia J Math Sci Technol Educ* 2016; 12: 593–608.
- [9] Hamdani SBM. Bandung: CV. Pustaka Seti; 2011.
- [10] Hamruni. (2012). *Strategi Pembelajaran*. Yogyakarta: Insan Madani.
- [11] Jacob SM. Mathematical achievement and critical thinking skills in asynchronous discussion forums. *Procedia-Social Behav Sci* 2012; 31: 800–804.
- [12] Jeschke S, Richter T, Zorn E. Virtual labs in mathematics and natural sciences. In: *International Conference on Technology Supported Learning & Training: Online Educa Berlin*. 2010, pp. 183–204.
- [13] Khandani S. Engineering design process: Education transfer plan. Retrieved Feb 2005; 6: 2016.
- [14] Fullan M, Langworthy M. Towards a new end: New pedagogies for deep learning, 2013.
- [15] Manurung, S., & Rustaman, N. (2010). Hands and Minds Activity dalam Pembelajaran Fisika Kuantum untuk Calon Guru. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Bandung: SPs UPI.
- [16] Octaviana FE. Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X Pada Materi Reaksi Redoks Di Sman 113 Jakarta.
- [17] OECD. (2018). *PISA 2015 Result in Focus*. Diambil kembali dari <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>
- [18] Shahat MA, Ohle A, Treagust DF, et al. Design, development and validation of a model of problem solving for Egyptian science classes. *Int J Sci Math Educ* 2013; 11: 1157–1181.
- [19] Simon N. Improving higher-order learning and critical thinking skills using virtual and simulated science laboratory experiments. In: *New Trends in Networking, Computing, E-learning, Systems Sciences, and Engineering*. Springer, 2015, pp. 187–192.

- [20] Sulistyaningkarti L, Utami B, Haryono H. Penggunaan Model Pembelajaran Problem Solving Dilengkapi LKS untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan Kelas XI SMA Muhammadiyah 1 Karanganyar Tahun Pelajaran 2014/2015. *J Pendidik Kim Univ Sebel Maret* 2015; 5: 1–9.
- [21] Sumarni W, Sudarmin SK. Pembelajaran Berbasis Multimedia untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Kimia dan Keterampilan Berpikir Mahasiswa. *J Ilmu Pendidik Univ Negeri Malang* 2013; 19: 102640.
- [22] Swartz R, Mcguinness C. Developing and Assessing Thinking Skills. Final Report Part 1: Literature Review and Evaluation Framework. *Rep Int Baccalaureate Organ Queen's Univ Belfast* 201
- [23] Tatli Z, Ayas A. Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. *J Educ Technol Soc* 2013; 16: 159–170.. achievement. *J Educ Technol Soc* 2013; 16: 159–170..
- [24] Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. San Fransisco, Calif: Jossey-Bass/John Wiley & Sons, Inc.
- [25] Woodfield B. Virtual chemlab getting started. *Pearson Educ website Retrieved May* 2005; 25: 2005.
- [26] Yusuf I, Widyaningsih SW. Penerapan Laboratorium Virtual pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Papua. *Sainsmat J Ilm Ilmu Pengetah Alam* 2017; 6: 75–81.