

Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran Kimia untuk Menyongsong Implementasi Kurikulum Merdeka

Virtual Laboratory as a Chemistry Instructional Medium to Welcome the Implementation of Independent Curriculum

Achmad Lutfi¹, Kusumawati Dwiningsih², Utiya Azizah³, Bertha Yonata⁴, Harun Nasrudin⁵
^{1, 2, 3, 4, 5} Chemistry Department of FMIPA Universitas Negeri Surabaya

*Corresponding author: achmadlutfi@unesa.ac.id

Abstrak. Tujuan penelitian untuk memberikan kompetensi guru menggunakan laboratorium virtual yang dapat digunakan pada pembelajaran secara luring maupun daring. Pelatihan laboratorium virtual PhET untuk pembelajaran kimia dilakukan kepada delapan guru kimia tergabung MGMP Kimia Kabupaten Nganjuk. Cara yang ditempuh dalam kegiatan ini adalah: (1) melatih keterampilan instal aplikasi laboratorium virtual PhET, (2) melatih mengoperasikan program laboratorium PhET, (3) membimbing menyusun LKPD dengan menggunakan laboratorium virtual, dan (4) membimbing peserta untuk menerapkan LKPD dalam pembelajaran di kelas. Data yang diperoleh melalui observasi, angket, dan penilaian hasil kerja dianalisis secara prosentasi. Hasil yang diperoleh dari kegiatan pelatihan (a) Guru peserta kegiatan mempunyai kemampuan yang baik untuk menginstal laboratorium virtual, mengoperasikan program, dan menyusun LKPD dengan menggunakan laboratorium virtual yang dilatihkan, serta (b) hasil penerapan LKPD menunjukkan peserta didik menyatakan bahwa setelah menggunakan LKPD dengan laboratorium virtual lebih tertarik mengikuti pembelajaran kimia.

Kata-kata kunci: laboratorium virtual, pembelajaran kimia, Nganjuk, phet

Abstract. The aim of the study is to provide teachers with the ability to use virtual laboratory that can be used in offline and online learning. PhET virtual laboratory training for Chemistry learning was conducted for Chemistry teachers who are members of the Nganjuk Chemistry MGMP (group for subject teachers). The methods used in this activity are: (1) training the skills of installing a virtual PhET laboratory, (2) training in operating the PhET laboratory program, (3) compiling student worksheets using virtual laboratories, and (4) guiding participants to apply the worksheet in learning in the classroom. Data obtained through observation, questionnaires, and assessment of work results were analyzed by percentage. The results obtained from the training activities (a) The participating teachers have good skills to install a virtual laboratory, operate the program, and compile worksheet using the virtual laboratory that was trained, and (b) the results of implementing the worksheet show that students state that after using the worksheet with virtual laboratory is more interested in following chemistry lessons

Keywords: virtual laboratory, chemistry learning, Nganjuk, phet

1. Pendahuluan

Proses pembelajaran yang berpusat peserta didik agar lebih aktif diperlukan suatu media pembelajaran yang dapat mengarahkan adanya perubahan pada diri peserta didik baik dari pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Beberapa media pembelajaran kimia yang sering digunakan peserta didik disekolah, antara lain buku ajar (buku paket), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan berbagai media elektronik lainnya. Pembelajaran merupakan suatu proses yang kompleks dan melibatkan berbagai aspek, misalnya pada pembelajaran kimia dalam kurikulum 2013 dan menyongsong kurikulum merdeka, peserta didik didorong untuk dapat menemukan konsep sendiri dan dapat mentransformasikan informasi kompleks, memeriksa informasi baru dengan yang ada dalam ingatannya, dan melakukan perubahan menjadi informasi atau kemampuan yang sesuai dengan lingkungannya [9].

Kimia merupakan ilmu yang dapat melatih peserta didik untuk mempunyai keterampilan proses sains dalam kegiatan belajarnya. Pernyataan ini didukung dengan permendikbud No. 59 Tahun 2014

yang dinyatakan bahwa pelajaran Kimia di SMA/MA mempelajari segala sesuatu tentang zat yang terdiri komposisi, struktur dan sifat, perubahan, dinamika dan energetika zat yang melibatkan keterampilan dan penalaran [7]. Para ahli kimia atau kimiawan mempelajari gejala alam melalui proses dan sikap ilmiah tertentu. Proses itu dapat dilakukan berupa pengamatan atau eksperimen, sedangkan sikap ilmiah dapat dilihat secara objektif dan jujur pada saat mengumpulkan dan menganalisis data. Pembelajaran kimia harus memperhatikan karakteristik ilmu kimia sebagai sikap, proses dan produk. Namun, kegiatan pembelajaran yang berlangsung selama ini hanya menekankan karakteristik ilmu kimia sebagai produk, kurang pada sikap atau prosesnya. Secara tidak langsung peserta didik dapat memecahkan masalah-masalah yang ada [7].

Ada tiga kelebihan yang dapat diperoleh dengan menggunakan media laboratorium virtual dalam pembelajaran kimia, antara lain 1) Laboratorium virtual menjamin ketercapaian *green chemistry*; 2) Laboratorium virtual dapat mengakomodasi tiga level representasi kimia, yaitu level makroskopik, level mikroskopik dan level simbolik; 3) Laboratorium virtual dapat meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan keterampilan berpikir kritis [3].

Perkembangan sains dan teknologi yang cepat serta tuntutan peserta didik terhadap penguasaan materi kimia perlu dilakukan upaya dalam pembelajarannya. Untuk memenuhi hal tersebut, guru harus kreatif dalam memilih media pembelajaran. Keberhasilan pembelajaran dipengaruhi oleh penggunaan media yang sesuai dengan tujuan tertentu. Media pembelajaran yang dipilih dengan teliti dapat memenuhi tuntutan tujuan pembelajaran berupa: memotivasi peserta didik, melibatkan peserta didik dalam pengalaman belajar yang bermakna, melakukan pembelajaran individual, menjelaskan dan menggambarkan materi pelajaran dan keterampilan kinerja, serta dapat memberi kesempatan untuk menganalisis kinerja individual dan perilaku.

Pelaksanaan kurikulum 2013 dan kurikulum merdeka guru dituntut agar berkreasi dalam proses belajar mengajar (PBM) agar pembelajaran berpusa pada peserta didik dengan memanfaatkan sarana dan prasarana yang ada, menerapkan media pembelajaran yang inovatif dengan harapan proses belajar mengajar menjadi bermakna bagi peserta didik. Untuk menghadapi tantangan tersebut guru kimia di Kabupaten Nganjuk telah menggunakan forum Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) untuk saling bertukar pengalaman.

Kebutuhan guru kimia dalam menghadapi kurikulum merdeka salah satunya adalah kegiatan praktikum untuk melakukan kegiatan proyek dan salah satunya adalah laboratorium virtual. Laboratorium virtual dapat digunakan dalam kondisi pembelajaran secara daring maupun luring.

Guru kimia SMA yang tergabung dalam MGMP kimia Kabupaten Nganjuk merasa perlu dilakukan pelatihan penggunaan media dengan pertimbangan berikut; 1) Materi kimia umumnya ditakuti peserta didik, sehingga perlu ada sesuatu yang menarik bagi peserta didik dan mudah untuk dipelajari, 2) Secara umum sekolah telah mempunyai peralatan multimedia seperti: Laptop dan LCD, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal, karena kekurangan tersedia program yang akan digunakan serta seluruh guru dan peserta didik telah memiliki handphone.

Media pembelajaran kimia, berupa laboratorium virtual seperti *PhET* yang mensimulasikan kegiatan laboratorium untuk tingkat SMA. Kondisi, kelengkapan dan didesain seperti laboratorium yang sebenarnya. Kondisi percobaan dibuat mirip seperti keadaan sebenarnya, misalnya gelas kimia yang jatuh, air mengalir, ledakan, air mendidih, aliran gas perubahan warna dapat dilihat dengan jelas. Laboratorium virtual PhET (*Physics Education Technology*) adalah suatu simulasi interaktif lewat internet dengan memakai bahasa pemrograman java dan *flash*, yang dikembangkan oleh tim dari Universitas Colorado Amerika Serikat. PhET telah mengembangkan serangkaian simulasi interaktif yang sangat bermanfaat dalam pengintegrasian teknologi komputer ke dalam pembelajaran.

Program ini tepat untuk mempermudah memahami proses percobaan namun program ini tidak cocok untuk melatih keterampilan menggunakan alat-alat laboratorium. Salah satu upaya untuk mengatasi persoalan tersebut dilakukan pelatihan guru kimia yang tergabung dalam MGMP kimia Kabupaten Nganjuk tentang penggunaan laboratorium virtual program PhET agar dapat diterapkan pada proses pembelajaran di lokasi masing-masing.

Atas dasar latar belakang yang diuraikan, dapat diuraikan beberapa masalah penelitian: (a) Bagaimana kompetensi peserta terhadap laboratorium virtual setelah mengikuti pelatihan? (b) Bagaimana tanggapan peserta dan hasil yang diperoleh peserta setelah mengikuti pelatihan? (c) Bagaimana efektifitas pembelajaran kimia dengan menggunakan laboratorium virtual?

2. Bahan dan Metode

Metode yang digunakan adalah kegiatan pelatihan dengan partisipasi aktif. Peserta sasaran akan dilibatkan secara aktif dalam mengidentifikasi masalah-masalah yang dihadapi, mencari alternatif pemecahan, memahami isi program, menjalankan program dan menerapkan di dalam kelas. Langkah yang akan ditempuh meliputi: a) Memberikan pemahaman isi program *laboratorium virtual*, b) Melatihkan penggunaan program *laboratory virtual*, c) Penyusunan LKPD guna menerapkan program *laboratory virtual* di kelas, dan menerapkan LKPD yang telah disusun dalam pembelajaran di kelas.

Sasaran penelitian yang dilibatkan dalam program penerapan program PhET ini adalah 8 (delapan) Guru Kimia Kabupaten Nganjuk. Peserta yang dipilih adalah: 1) tertarik inovasi pembelajaran dan peserta memiliki sarana multimedia laptop atau handphone, 2) mampu menyebarkan cara menggunakan program *Laboratorium Virtual* kepada guru teman sejawatnya. Penentuan sasaran dilaksanakan dengan berdiskusi ketua MGMP Kimia Kabupaten Nganjuk.

Agar pelaksanaan program penerapan *Laboratory Virtual* ini dapat lancar dan mencapai hasil sesuai yang diharapkan, maka evaluasi dan tindak lanjut evaluasi dilakukan dimulai kegiatan perencanaan hingga pembuatan rencana pelaksanaan pembelajaran. Evaluasi melalui observasi, memberikan angket pada peserta pelatihan dan pemberian tugas menyusun (LKPD). Indikator terhadap keberhasilan jika lebih dari 80% peserta pelatihan menyatakan bahwa pelatihan bermanfaat, LKPD yang disusun peserta pelatihan telah menyertakan media virtual sesuai dengan tujuan pembelajaran kimia dengan skor minimal 80%, dan efektifitas penggunaan LKPD dalam pembelajaran di kelas didasarkan pada tanggapan peserta didik.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kompetensi Guru

Pengukuran kompetensi guru untuk menginstal, mengoperasikan, dan melaksanakan percobaan dengan laboratorium virtual dilakukan setelah dilaksanakan pelatihan. Pengukuran dilakukan dengan observasi pada setiap guru peserta dengan kategori baik dengan skor 3, cukup dengan skor 2, dan kurang dengan skor 1. Skor yang diperoleh disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Kompetensi Guru Peserta

Aspek Kompetensi	Jumlah Guru Peserta			Jumlah
	Skor 3	Skor 2	Skor 1	
Menginstal program	8 (100%)		0	8
Mengoperasikan program	7 (87,5%)	1 (12,5%)	0	8
Melakukan percobaan	7 (87,5%)	1 (12,5%)	0	8

Keterangan

Skor 1 (Kurang), jika hanya tahu tetapi tidak dapat melakukan.

Skor 2 (Cukup), jika tahu dan dapat melakukan dengan bertanya atau melihat teman.

Skor 3 (Baik), jika sukses melakukan tanpa bantuan.

Berdasar Tabel 1 menunjukkan kemampuan peserta setelah mengikuti pelatihan telah mencapai kemampuan minimal yang disyaratkan yaitu skor 2 artinya peserta dapat melakukan dengan bertanya atau melihat peserta lainnya. Sebagian besar (87,5%) sukses melakukan tanpa bantuan. Hal ini memperlihatkan kegiatan pelatihan yang diadakan telah mampu mencapai kemampuan minimal peserta dalam hal laboratorium virtual PhET dan hal ini telah memenuhi kriteria yang keberhasilan kegiatan ini.

Hasil di atas menunjukkan bahwa seluruh peserta sudah mempunyai kompetensi untuk menggunakan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran kimia di kelas.

Tanggapan Guru

Angket diberikan guru peserta bertujuan diperoleh tanggapan peserta atas pelaksanaan pelatihan. Hasil angket tanggapan peserta setelah selesai kegiatan pelatihan sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Respon Peserta

Tujuan	Pernyataan	Jawaban	Jawaban
		Ya	Tidak
Kenyamanan pelatihan	1. Saya merasa senang terhadap kegiatan pelatihan yang telah diselenggarakan.	8 (100%)	0 (0%)
	2. Saya dapat menerima materi yang disampaikan oleh narasumber dengan baik.	8 (100%)	0 (0%)
	3. Saya terasa terganggu ketika mengikuti kegiatan pelatihan.	1 (12,5%)	7 (87,5%)
Materi pelatihan	4. Kegiatan ini berguna untuk pembelajaran kimia di kelas.	8 (100%)	0 (0%)
	5. Bahan pelatihan dapat membantu saya menyusun lembar kerja peserta didik.	8 (100%)	0 (0%)
	6. Materi yang diberikan menurut saya termasuk baru.	7 (87,5%)	1 (12,5%)

Hasil angket tersebut menunjukkan peserta merasa senang, bermanfaat karena merupakan hal yang baru, dan dapat menerima materi pelatihan penggunaan laboratorium virtual PhET serta berpendapat akan berguna untuk melaksanakan pembelajaran di sekolah [10]. Berdasar hasil angket di atas menunjukkan secara keseluruhan peserta menilai kegiatan pelatihan penggunaan laboratorium virtual dirasakan nyaman oleh peserta dan berguna sesuai dengan kebutuhan peserta.

Secara khusus peserta menyatakan senang mengikuti pelatihan sebesar 100%, dapat menerima materi yang disampaikan nara sumber dengan baik sebesar 100%, peserta menyatakan 87,5% merasa tidak terganggu. Data tersebut dapat dinyatakan bahwa kegiatan pelatihan dirasakan nyaman oleh peserta, peserta merasa senang dapat menerima bahan yang disampaikan oleh nara sumber dan kegiatan pelatihan tidak mengganggu aktivitas bapak/ibu guru. Hasil yang sama juga diperoleh terhadap peserta didik yang telah mengikuti pembelajaran kimia dengan menggunakan laboratorium virtual yang menyatakan merasa senang dengan mengikuti pembelajaran dengan menggunakan

laboratorium virtual [6]. Juga hasil ini sesuai hasil kegiatan pelatihan di Banyuwangi yang memperlihatkan guru kimia merasakan bermanfaat setelah mengikuti pelatihan penggunaan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran kimia [2].

Terkait kegunaan laboraorium virtual sebagai bahan pelatihan keseluruhan peserta (100%) menyatakan berguna, terhadap pertanyaan apakah akan dapat membantu menyusun LKPD, seluruh peserta menjawab 'ya' (100%), dan ketebaharuan materi yang disampaikan diperoleh sebanyak 1 peserta (12,5%) menyatakan bahwa pernah menerima hanya saja pelatihan kali ini lebih lengkap dan 87,5% peserta menjawab termasuk baru. Berdasar wawancara diperoleh informasi seluruh peserta belum pernah menerapkan di kelas. Hasil ini dapat diartikan pelatihan dengan materi laboratorium virtual dirasakan peserta pelatihan berguna untuk diterapkan pada pembelajarkan kimia. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang menyatakan laboratorium virtual baik digunakan sebagai media pembelajaran kimia dan dapat membantu guru menciptakan pembelajaran berpusat pada peserta didik [5], dan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik [1].

Pada angket juga peserta diberi kesempatan untuk menyampaikan pendapat tentang pelatihan yang sudah dilaksanakan, jawaban yang diperoleh antara lain: peserta menyatakan pelatihan menyenangkan, bermanfaat untuk mengajar kimia di kelas, dan merasa dapat digunakan sebagai pengganti praktikum yang tidak dapat dilakukan di sekolah serta berpendapat kegiatan pelatihan sangat menarik dan menyenangkan serta dirasakan bermanfaat untuk mengajar kimia di sekolah terutam menyongsong kurikulum merdeka. Berharap kegiatan ini ada kelanjutannya tidak hanya sekali tetapi ada tindak lanjutnya. Pendapat tersebut senada dengan hasil angket pada Tabel 2. Hasil angket di atas memperlihatkan peserta pelatihan memberikan tanggapan yang baik atas penyelenggaraan pelatihan penggunaan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran kimia bagi anggota MGMP Kimia dan mempunyai keinginan disebarluaskan kepada sesama guru kimia di Kabupaten Nganjuk.

Penskoran LKPD

Terhadap LKPD yang disusun oleh peserta setelah mengikuti pelatihan dilakukan penilaian, hasil penskoran LKPD yang disusun peserta disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penskoran LKPD

Nomor	Aspek penilaian	Skor Penilaian
1	LKPD yang disusun menggunakan laboratorium virtual	4,0 (100%)
2	Laboratorium virtual yang digunakan sesuai dengan tujuan pembelajaran	4,0 (100%)
3	Tercantum laboratorium virtual pada kegiatan pembelajaran.	4,0 (100%)
4	Pada LKPD dirancang dapat diperoleh data hasil percobaan	3,8 (95,8%)

Keterangan:

Skor 4, jika mempunyai memenuhi kesesuaian mencapai lebih dari 75%

Skor 3, jika tugas sudah memenuhi kesesuaian mencapai lebih dari 60% hingga 75%.

Skor 2, jika tugas sudah memenuhi kesesuaian mencapai lebih dari 30% hingga 60%.

Skor 1, jika tugas sudah memenuhi kesesuaian mencapai kurang dari 30%.

Berdasar data di atas menunjukkan skor penilaian telah mencapai kriteria yang ditentukan yaitu 80% dan bahkan yang telah mencapai 100%, yaitu pada keberadaan laboratorium virtual dalam LKPD sebagai media pembelajaran. Artinya LKPD yang disusun peserta telah mencantumkan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran dan media virtual yang dipilih sesuai dengan tujuan pembelajaran yang direncanakan. Aspek yang terendah yang diperoleh pada rencana penggunaan media untuk mengumpulkan data yaitu 95,8%, namun telah memenuhi kriteri. LKPD yang disusun telah dirancang

kegiatan tertentu dalam menggunakan laboratorium virtual sehingga diperoleh data, hasil ini sesuai dengan pendapat [8] bahwa penggunaan media yang sesuai akan dapat mencapai tujuan pembelajaran. Hasil ini mempunyai harapan besar guru akan dapat melaksanakan pembelajaran dengan laboratorium virtual sesuai LKPD yang disusun.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan LKPD yang disusun oleh peserta pelatihan telah mencapai skor batas minimal yaitu 3. Artinya LKPD yang disusun telah memenuhi harapan kegiatan pelatihan dan akan bermanfaat bagi guru peserta untuk kegiatan pembelajaran di sekolah. Peserta yang dapat menyelesaikan pembuatan LKPD mencapai 75% dari peserta yang mengikuti pelatihan, jumlah tersebut sudah memenuhi syarat minimal yang ditentukan kegiatan ini. Hasil ini sesuai dengan hasil kegiatan pelatihan pada guru kimia di lokasi lain dengan menggunakan laboratorium virtual yang lainnya [4].

Hasil Penerapan LKPD

Satu LKPD yang disusun oleh peserta diterapkan dalam pembelajaran kimia pokok bahasan Teori-teori Asam Basa di sekolah tempat guru mengajar, setelah pembelajaran diberikan angket kepada peserta didik. Hasil angket peserta didik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Angket Peserta didik

No	Pernyataan	Hasil Angket	
		Ya	Tidak
1	Pembelajaran dengan laboratorium virtual yang telah saya ikuti, lebih mudah memahami materi yang diajarkan.	28 (93,3%)	2 (6,6%)
2	Pembelajaran yang telah saya ikuti, menjadi lebih aktif untuk mengikuti pembelajaran.	30 (100%)	0 (0%)
3	Pembelajaran tadi memudahkan saya dalam memecahkan permasalahan atau menjawab soal yang diberikan.	28 (93,3%)	2 (6,6%)
4	Pembelajaran dengan laboratorium virtual tadi membuat saya mengenal beberapa alat dan bahan percobaan kimia.	27 (90%)	3 (10%)
5	Pembelajaran dengan laboratorium virtual tadi dapat membuat saya lebih semangat dalam belajar kimia.	29 (96,6%)	1 (3,3%)

Hasil angket pada Tabel 4 memperlihatkan peserta didik memberikan tanggapan yang baik atas penggunaan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran teori asam basa. Peserta didik merasakan adanya penggunaan laboratorium virtual selama pembelajaran dapat menciptakan pembelajaran lebih aktif, hal ini didasarkan pada seluruh peserta didik (100%) menyetujui pernyataan tersebut. Tanggapan yang paling rendah pada pernyataan pembelajaran dengan laboratorium virtual tadi membantu saya mengenal beberapa alat percobaan kimia, hal ini dapat terjadi karena selama pembelajaran hanya menggunakan satu program laboratorium virtual dan baru kali pertama kelas tersebut menggunakan laboratorium virtual. Atas pernyataan yang lain peserta didik hanya ada 1 dan 2 peserta didik yang tidak menyetujui, tetapi masih sebagian besar yang menyatakan setuju (ya). Hal ini dimungkinkan karena peserta didik masih ada yang belum dapat dengan baik menggunakan program tersebut sehingga menganggap masih sulit menggunakan laboratorium virtual. Hasil di atas membuktikan peserta didik memberikan persetujuan atas penggunaan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran kimia khususnya teori asam basa.

4. Kesimpulan

Pelatihan penggunaan laboratorium virtual yang dilakukan kepada guru anggota MGMP Kimia Kabupaten Nganjuk didapat hasil sebagai berikut:

1. Guru peserta kegiatan mempunyai kompetensi menginstal, mengoperasikan, dan melakukan percobaan dengan laboratorium virtual.
2. Guru menyampaikan tanggapan yang positif atas pelaksanaan pelatihan penggunaan laboratorium sebagai media pembelajaran kimia dan guru telah mampu menyusun LKPD dengan menyertakan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran.
3. Pada penerapan LKPD yang disusun guru telah mencapai keefektifan pembelajaran, yaitu berdasarkan tanggapan yang positif dari peserta didik yang menyatakan persetujuannya penggunaan laboratorium virtual.

Saran

1. Hasil kegiatan pelatihan yang dilakukan oleh tim Jurusan Kimia FMIPA Unesa perlu disebarluaskan yang dilakukan oleh peserta kepada anggota MGMP Kimia Kabupaten Nganjuk yang belum sempat mengikuti kegiatan pelatihan.
2. Aplikasi laboratorium virtual dijadikan suatu alternatif pada pembelajaran kimia di kelas karena telah menunjukkan tanggapan yang positif oleh peserta didik dan hasil belajar yang baik khususnya menyongsong berlakunya kurikulum merdeka, namun masih tetap diperlukan laboratorium kimia yang sebenarnya terutama untuk mencapai tujuan pada ranah psikomotor.

Daftar Pustaka

- [1] Astuti, I.A.D. dan Handayani, S. "Penggunaan Virtual Laboratory berbasis PhET Simulation Untuk Menentukan Konstanta Wien". *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* Vol. 9 No. 2, pp 66-72, 2018.
- [2] Hidayah, R, Sukarmin, Lutfi, A. "Pelatihan Penggunaan Laboratorium Virtual Sebagai Media Pembelajaran Kimia Bagi Guru Di MGMP Kimia Kabupaten Banyuwangi". *Jurnal ABDI*. Vol.2 No.2, pp. 87 – 90, 2017.
- [3] Liliyasi. Laboratorium Virtual Keseimbangan Kimia Sebagai Wahana Pengembangan Berpikir Tingkat Tinggi Pebelajar Menuju Green Chemistry. *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2011*. Surabaya: Jurusan Kimia FMIPA Unesa.
- [4] Lutfi, A. Sukarmin. "Efektifitas Pelatihan Laboratorium Virtual Sebagai Media Pembelajaran Bagi Guru Kimia". *Jurnal EDUSAINS*, vol. 11, no. 2, pp. 305 – 309, 2019.
- [5] Lutfi, A. "Pengembangan Media Laboratorium Virtual Bersarana Komputer Untuk Melatih Berpikir Kritis Pada Pembelajaran Asam, Basa, dan Garam". *Jurnal Penelitian Pendidikan Matematika dan Sains*, Vol. 1, No. 1, 2017.
- [6] Lutfi, A. and Hidayah, R. "Training Science Process Skills Using Virtual Laboratory on Learning Acid, Base, And Salt." *Journal of Chemistry Education Research*, Vol. 1, No. 1, 2017.
- [7] Mendikbud RI. 2014. Permendikbud No. 59, 2014 *Tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah, Lampiran*. Jakarta: Mendikbud.
- [8] Smaldino, D L Lowther, J. D. Russell. 2012. *Intructional Technology & Media for Learning: Teknologi Pembelajaran dan Media untuk Belajar*. Edisi kesembilan. Terjemahan Arif Rahmann. Jakarta: Kencana.
- [9] Kepmendikbudristek RI. 2022. Peraturan Menteri No. 56 Tahun 2022 Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran (Kurikulum Merdeka).
- [10] Mardhiya, J. "Bahan Ajar Elektronik (E-Book) Kimia Umum II Berbasis Kontekstual Materi Larutan : Desain dan Pengembangan". *EduTeach: Jurnal Edukasi Dan Teknologi Pembelajaran*, vol. 1, no. 2, pp. 100–107, 2020.