



Meta-Analysis Implementasi Virtual Laboratorium Dalam Proses Pembelajaran Dan Sains

Sudirman¹, Zaenal Abidin²

^{1,2}Pendidikan Biologi Sekolah Pascasarjana Universitas Kuningan

Abstract

Received:

Revised:

Accepted:

The learning process related to technology and science really needs to be applied in the world of education, one of which is the Virtual Laboratory. The purpose of this study was to analyze the application of a scientific approach assisted by virtual laboratory media in the learning and science process. This study uses a meta-analysis method. The journal meta-analysis used is the result of an analysis of articles from accredited international journals through a Google search <https://www.sciencedirect.com/> with categories Q1 and Q2 which have study topics related to the implementation of virtual laboratories in the learning process and science as many as 15 articles. Data analysis was carried out in a qualitative descriptive way. Based on the results of data analysis obtained that the implementation of virtual laboratories can help in the science learning process.

Keywords: *Meta-Analysis, Virtual Laboratory, Science Learning*

(*) Corresponding Author: 20201310015@uniku.ac.id

How to Cite: Sudirman, S., & Abidin, Z. (2022). Meta-Analysis Implementasi Virtual Laboratorium Dalam Proses Pembelajaran Dan Sains. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(11), 315-324. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6831745>

PENDAHULUAN

Menurut undang-undang nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, pendidikan bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Berdasarkan hal tersebut, maka pendidik tidak hanya sekedar memberikan ilmu, namun juga harus membentuk karakter-karakter siswa yang sesuai dengan undang-undang tersebut, guna menjadi jati diri bangsa ini. Berdasarkan pernyataan di atas dapat dilihat bahwa penentu keberhasilan belajar siswa adalah guru yang merupakan pendidik. Guru dapat menggunakan berbagai cara dalam mendidik siswa diantaranya menggunakan metode yang variatif, media yang mendukung maupun pendekatan yang efektif. Terdapat banyak sekali bentuk-bentuk model dan pendekatan yang dapat diterapkan oleh guru supaya materi yang disampaikan dapat dengan mudah diterima sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa.

Menurut Permatasari (2014) untuk meningkatkan kemampuan siswa, maka guru harus melakukan pembelajaran yang terstruktur secara tahapan dan terukur secara optimal. Tahapan yang terstruktur itu adalah tahapan yang dilakukan mulai dari tahap yang paling mudah hingga ketahap yang paling sulit. Seluruh langkah tersebut dilakukan agar dapat diukur tingkat pencapaian peserta didik. Hal ini



berlaku terhadap seluruh pembelajaran, termasuk juga pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang mencakup pelajaran biologi, fisika, kimia.

Salah satu pembelajaran yang dilakukan secara bertahap dan sesuai dengan prinsip di atas ialah dengan menggunakan pendekatan saintifik. Implikasinya pada Proses pembelajaran guru harus memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif berpikir dalam berbagai kegiatan pembelajaran. Ahli berpendapat bahwa konsep akan timbul pada seseorang setelah ia mengaitkan fakta-fakta atau memberikan pola fakta-fakta yang diamatinya sehingga dapat mengembangkan kemampuan menganalisis, bernalar, dan memecahkan masalah berdasarkan pengetahuan atau konsep yang telah dibangun oleh siswa sendiri.

Kriteria dari pendekatan saintifik tersebut adalah pertama materi pembelajaran tersebut berbasis fakta dan dapat diterima nalar dan logika bukanlah hayalan, mitos ataupun legenda. Kedua, respon siswa dalam pembelajaran terhadap guru yang memberikan materi dan proses interaksi siswa dengan guru dan penjelasan guru kepada siswa sebaiknya tidak ada salah paham ataupun prasangka yang menyimpang. Ketiga, mendorong, memotivasi siswa serta menginspirasi peserta didik agar berpikir secara kritis, analitis dan tepat dalam mengidentifikasi, memahami, memecahkan suatu masalah dan mengaplikasikan materi pembelajaran kedalam kehidupan sehari-hari. Keempat, memotivasi peserta didik agar mampu berpikir hipotetik dalam melihat perbedaan, kesamaan ataupun hubungan antara satu dengan yang lain pada materi pembelajaran. Kelima, mendorong peserta didik agar mampu memahami dan menerapkan serta mengembangkan pola berpikir yang rasional dan objektif dalam merespon materi pembelajaran. Keenam, pembelajaran berbasis konsep, teori dan fakta empiris yang dapat dipertanggungjawabkan, dan yang terakhir ialah tujuan dari pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik ialah pembelajaran tersebut haruslah dirumuskan secara sederhana, jelas namun tetap menarik peserta didik dalam belajar. (Wijayanti, 2014).

Adanya Pandemi COVID-19 masih berlangsung sehingga memaksa akademisi berpikir keras untuk terus berkembang. Dibutuhkan alat yang bisa membuat dan membagi sumber daya ilmu. Jika tidak, akan sangat mahal dan sulit melakukan eksperimen di laboratorium fisik. Kini, laboratorium virtual sudah tersedia mulai dari tingkat pendidikan usia dini, sekolah menengah atas, universitas, bahkan ke tingkat lanjut seperti riset. Alat dan media pembelajaran yang bisa dilakukan adalah dengan mengimplementasikan Virtual Laboratorium pada proses pembelajaran dan sains.

Virtual laboratorium adalah sebuah lingkungan interaktif untuk menciptakan sekaligus mengadakan eksperimen. Ini termasuk melakukan eksperimen dengan program simulasi yang bergantung pada domain. Ya, teknologi virtual reality bisa diadaptasi untuk menciptakan laboratorium virtual untuk mensimulasi proses dan aksi seperti di laboratorium fisik. Atau dengan kata lain, laboratorium virtual adalah cara terjangkau untuk sekolah atau universitas mendapatkan laboratorium untuk segala jenis subjek pembelajaran dan sains. Pengajar menggunakan teknologi yang canggih untuk menghadirkan sederet proses eksperimen yang akan membuahkan hasil otentik layaknya di laboratorium fisik. Contohnya, pengajar bisa mengutak-atik peralatan laboratorium yang memiliki fungsi serupa seperti di dunia nyata.

Virtual laboratorium menawarkan pengguna khususnya guru dan pelajar, sebuah pengalaman belajar yang mungkin tidak praktis di kelas fisik. Pengguna dapat mendesain, mengembangkan, dan mencapai eksperimen yang mensimulasikan pengalaman maupun proses dalam konteks yang nyata. Seluruh pelajar bisa terlibat di seluruh prosesnya, tidak seperti di laboratorium fisik di mana hanya beberapa pelajar yang bisa melakukan proses serupa seperti guru. Guru dan pengajar yang percaya sains dan kursus keilmuan lainnya tidak bisa diterapkan secara online, sudah terbukti bahwa virtual laboratorium ini nyata adanya, sangat berguna, dan menawarkan sederet tools pembelajaran yang dapat diakses secara remote.

Virtual Laboratorium biasanya didefinisikan sebagai: (1) tempat yang dilengkapi untuk eksperimental studi dalam ilmu pengetahuan atau untuk pengujian dan analisa; tempat memberikan kesempatan untuk bereksperimen, pengamatan, atau praktek dalam bidang studi, atau (2) periode akademis disisihkan untuk laboratorium bekerja . Sebuah laboratorium virtual didefinisikan sebagai lingkungan yang interaktif untuk menciptakan dan melakukan eksperimen simulasi: taman bermain untuk bereksperimen. Laboratorium virtual merupakan sistem yang dapat digunakan untuk mendukung sistem praktikum yang berjalan secara konvensional. laboratorium virtual ini biasa disebut dengan Virtual Laboratory atau V-Lab. Diharapkan dengan adanya laboratorium virtual ini dapat memberikan kesempatan kepada siswa khususnya untuk melakukan praktikum baik melalui atau tanpa akses internet sehingga siswa tersebut tidak perlu hadir untuk mengikuti praktikum di ruang laboratorium. Hal ini menjadi pembelajaran efektif karena siswa dapat belajar sendiri secara aktif tanpa bantuan instruktur ataupun asisten seperti sistem yang berjalan dengan format tampilan berbasis web.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis. Sebagai bagian dari penelitian, meta-analisis merupakan penelitian dengan cara merangkum sata penelitian, meriview dan menganalisis data dari beberapa hasil penelitian yang sudah ada sebelumnya (Anugraheni, 2018). Teknik pengumpulan datanya dalam meta-analisis ini menggunakan teknik dokumentasi dari penelitian yang telah dilakukan mengenai penelitian metode inkuiri. Adapun pengambilan sampel pada meta-analisis ini dilakukan seara purposive sampling hasil analisis dari artikel-artikel dari jurnal internasional yang sudah terakreditasi melalui penelusuran Google <https://www.sciencedirect.com/> dengan katagori Q₁ dan Q₂ yang mmilki topik kajian berkaitan dengan implementasi virtual laboratorium pada proses pembelajaran dan sains sebanyak 15 artikel. Analaisis data dilakukan dengan cara deskriptif kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menganalisis hasil 15 artikel sesuai dengan nomor jurnal yang terlihat pada tabel 1, kemudian dianalisis menjadi satu hasil atau informasi dari sejumlah penelitian yang telah dilakukan untuk diambil kesimpulan mengenai implemnetasi virtual laboratory dalam pembelajaran dan ilmu pengetahuan sains.

Tabel 1. Tahun, Judul Artikel, Penulis & Sumber Jurnal

No. Jurnal	Tahun	Penulis	Judul jurnal	Sumber Jurnal
01	2022	Usama M. Ibrahim b,f , Bandar S. Alsaif a, Munthir Alblaihed c, Sameh S.I. Ahmed d,g, Haisam A. Alsharif e, Rabab A. Abdulkaderf, Hanan M. Diab	Interaction between cognitive styles and genders when using virtual laboratories and its influence on students of health college's laboratory skills and cognitive load during the Corona pandemic	https://www.sciencedirect.com/
02	2022	Diego Vergara, Pablo Fernández-Arias, Jamil Extremera, Lilian P. Dávila, Manuel P. Rubio	Educational trends post COVID-19 in engineering: Virtual laboratories	https://www.sciencedirect.com/
03	2021	Rabab Ali Abumalloh , Shahla Asadi, Mehrbakhsh Nilashi, Behrouz Minaei-Bidgoli, Fatima Khan Nayer, Sarminah Samad, Saidatulakmal Mohd ,Othman Ibrahim	The impact of coronavirus pandemic (COVID-19) on education: The role of virtual and remote laboratories in education	https://www.sciencedirect.com/
04	2020	Joshy Alphonse, Shyam Diwakar	Deploying a Web-based Electroencephalography Data Analysis Virtual Laboratory	https://www.sciencedirect.com/
05	2016	Unchana Klentien&Wannachai Wannasawade	Multidisciplinary Conference Development of blended learning model with virtual science laboratory for secondary students	https://www.sciencedirect.com/
06	2016	A. Ballua, X. Yana, A. Blanchardb, T. Cletb, S. Moutonc, H. Niandoua	Virtual metrology laboratory for e-learning	https://www.sciencedirect.com/

07	2016	f Christine Booth a, c, Rajkumar Cheluvappa b, Zack Bellinson d, Danni Maguire d, Craig Zimitat a, Joyce Abraham e, Rajaraman Eri,	Empirical evaluation of a virtual laboratory approach to teach lactate dehydrogenase enzyme kinetics	https://www.sciencedirect.com/
08	2015	Willow Hallgren a, Linda Beaumont b, Andrew Bowness a, Lynda Chambers c, Erin Graham d, Hamish Holewa a, Shawn Laffan e, Brendan Mackey a, Henry Nix f, Jeff Price g, Jeremy Vanderwal d, Rachel Warren g, Gerhard Weis a	The Biodiversity and Climate Change Virtual Laboratory: Where ecology meets big data	https://www.sciencedirect.com/
09	2015	Özden Karagöza, Ahmet Zeki Sakab	Development Of Teacher Guidance Materials Based On 7ELearning Method In Virtual Laboratory Environment	https://www.sciencedirect.com/
10	2015	Francisco Torresa, Leticia A. Neira Tovarb, Carlos Egremy M.	Virtual Interactive Laboratory Applied to High Schools Programs	https://www.sciencedirect.com/
11	2013	Yuxin Liang, G. P. Liu	Design of Remote 3D Virtual Laboratory for Education On Control System Experimentation	https://www.sciencedirect.com/
12	2012	Murniza Muhamada, Halimah Badioze Zamanb, Azlina Ahmadb	Virtual Biology Laboratory (VLab-Bio): Scenario-based Learning Approach	https://www.sciencedirect.com/
13	2011	Lora J. Bean, PhD, Judith Fridovich-Keil, PhD, Madhuri Hegde, PhD, M.	The virtual diagnostic laboratory: A new way of teaching undergraduate medical students about genetic testing	https://www.sciencedirect.com/

		Katharine Rudd, PhD, and Kathryn B. Garber, PhD		
14	2011	Zeynep Tatli&Alipaúa Ayas	Virtual laboratory applications in chemistry education	https://www.sciencedirect.com/
15	2003	Giuseppe Carnevali and Giorgio Buttazzo	A Virtual Laboratory Environment For Real-Time Experiments	https://www.sciencedirect.com/

a) Meta Analisis Berdasarkan Implementasinya

Penelitian ini mengambil sejumlah 15 jurnal yang implementasinya berbeda untuk dianalisis. Hasil analisis disajikan pada tabel 2 ini.

Tabel 2. Implementasi Virtual laboratorium

No. Jurnal	Implementasi
01	Pada proses pembelajaran kognitif
02	Pada proses pembelajaran enjenering
03	Pada proses pembelajaran di laboratorium
04	Pada bidang kesehatan praktis
05	Pada proses model pembelajaran
06	Pada proses pembelajaran meterologi
07	Pada proses pembelajaran virtual laboratorium 3D
08	Pada bidang lingkungan praktis
09	Pada proses pembelajaran meteorologi
10	Pada proses pembelajaran
11	Pada proses pembelajaran
12	Pada model pembelajaran
13	Pada proses pembelajaran test genetik
14	Pada proses pembelajaran kimia
15	Pada bidang lingkungan praktis

Dari 15 jurnal yang dianalisis didapatkan bahwa implementasi virtual laboratorium pada proses pembelajaran, kesehatan, dan lingkungan. Implementasi pada proses pembelajaran didapatkan sebanyak 12 jurnal (80%), pada bidang lingkungan 2 jurnal (13,3%), dan pada bidang kesehatan 1 jurnal (6,6%).

b) Meta Analisis Berdasarkan Hasilnya

Berdasarkan hasil penelitian dari jurnal yang dianalisis didapatkan hasil penelitian seperti yang terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penelitian

No. Jurnal	Hasil Penelitian
01	Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa Mahasiswa perguruan tinggi Kesehatan Umum yang menggunakan VL

	yang mempelajari mikrobiologi memiliki CL dan LS yang lebih baik.
02	Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa, secara umum, VLS berbasis VR diterima secara luas dan diminta oleh siswa, yang juga mempertimbangkan laboratorium nyata (RN) yang diperlukan dalam pengajaran tatap muka.
03	Hasilnya mengungkapkan bahwa ada faktor pendorong (ancaman lingkungan), faktor penarik (motivasi e-learning, berbagi informasi yang dirasakan, dan jarak sosial), dan faktor tambatan (persepsi keamanan) secara signifikan memengaruhi manfaat dan berdampak pada peserta didik.
04	Platform laboratorium virtual ini dapat diterapkan untuk teknik analisis EEG umum seperti ekstraksi kepadatan spektral daya, ekstraksi saluran, penyaringan, dan pembelajaran primitif yang memungkinkan pengguna untuk mengunggah dan menganalisis data EEG.
05	Meningkatkan keterampilan berpikir analitis dan evaluasi kemampuan dalam melakukan proyek sains untuk siswa sekolah menengah.
06	Hasilnya adalah pekerjaan laboratorium metrologi jauh lebih menarik dan menyoroti kesulitan yang dihadapi dalam menafsirkan spesifikasi dan ketidakpastian metode yang melekat. Namun demikian, kegiatan metrologi membutuhkan laboratorium metrologi yang mahal yang dilengkapi dengan CMM.
07	Hasil: Hasil belajar di sini setara dengan yang ada dari tutorial kelas konvensional dan menunjukkan bahwa sebagian besar siswa menganggap pengalaman belajar vLab "berharga". Namun, ada beberapa masalah teknis peluncuran platform.
08	Hasinya Virtual laboratorium dapat digunakan untuk mengunggah dan berbagi kumpulan data, berpotensi meningkatkan kolaborasi, pemupukan silang ide, dan inovasi di antara komunitas penggunaanya.
09	Hasilnya dapat memberikan bimbingan kepada guru dan pelatihan di tempat kerja tentang penggunaan laboratorium virtual yang efektif dan benar.
10	Hasil penelitian meliputi analisis konstruksilab virtual dan pengalaman pengguna sepanjang pengalaman pendidikan mereka. Masalah umum di banyak sekolah adalah bahwa mereka tidak memiliki peralatan yang diperlukan di laboratorium sains mereka.
11	3D-NCSLab yang diusulkan bertujuan untuk memberi pengguna presentasi virtual yang sangat jelas dari perangkat nyata dan cara yang jauh lebih fleksibel untuk menyelesaikan eksperimen mereka kapan saja, di mana pun mereka berada selama mereka dapat terhubung ke internet.

12	Hasilnya adalah konten utama dari merancang modul pembelajaran yang dimaksudkan untuk berfungsi sebagai alat pendukung pembelajaran berbasis Skenario Pendekatan Pembelajaran Laboratorium Biologi Virtual (VLab-Bio).
13	Hasi dari Diagnostik virtual, pendekatan laboratorium adalah metode pengajaran berbasis nonlektur yang efektif mahasiswa kedokteran tentang strategi pengujian genetik dan aplikasinya dipengaturan klinis.
14	Laboratorium virtual ini secara substansial berkontribusi pada pelatihan siswa ideal untuk pendekatan konstruktivis, yang meneliti, bertanya, menguji, mencari solusi, memakai analisa ilmuwan dan sangat beralasan tentang konsep.
15	Hasilnya adalah Laboratorium virtual adalah sistem komputasi yang memungkinkan untuk pengguna jarak jauh yang terhubung dengan internet.

PEMBAHASAN

Dari 15 artikel yang telah dianalisis terdapat berbagai perbedaan hasil yang didapatkan pada setiap penelitian yang telah dilakukan. Pembelajaran dengan menggunakan laboratorium virtual dalam proses pembelajaran dan sains dapat membantu dalam proses pembelajaran dan sains. Terbukti pada ke 15 artikel jurnal penelitian yang telah dilakukan peneliti sebelumnya, masing-masing artikel jurnal menunjukkan bahwa implementasi virtual laboratorium ini memberikan pengaruh positif terhadap proses pembelajaran dan membantu guru dan siswa dalam mempelajari praktek praktek sains. Virtual laboratorium mempermudah melakukan kegiatan eksperimen berulang-ulang untuk mengecek suatu data/informasi, terciptanya iklim yang efektif dalam kegiatan belajar dan siswa terus termotivasi untuk bereksperimen. Belajar dengan menggunakan *virtual laboratory* dapat berpengaruh terhadap peningkatan penguasaan konsep abstrak siswa. Penggunaan laboratorium virtual akan membantu siswa dalam memecahkan masalah dengan lebih praktis, tanpa harus khawatir adanya kesalahan-kesalahan dalam merangkai alat.

Pada jurnal No. 1 (Interaction between cognitive styles and genders when using virtual laboratories and its influence on students of health college's laboratory skills and cognitive load during the Corona pandemic), hasilnya menunjukkan bahwa siswa diajarkan mikrobiologi praktis melalui VLs dilakukan dengan baik, setuju dengan temuan sebelumnya dari Tatli dan Ayas (2012) yang menetapkan bahwa VL meningkatkan kinerja siswa dibandingkan dengan yang menggunakan laboratorium konvensional. Teori Konstruktivis, mengklaim bahwa pelajar membangun pengetahuan, belajar adalah interpretasi pribadi dari pengalaman dan proses aktif disajikan melalui konteks dunia nyata (Hung dan Yuen, 2010). sesuai dengan hasil pada jurnal No. 6 (Virtual metrology laboratory for e-learning)

Namun demikian ada beberapa kendala dalam implementasi Virtual Laboatorium seperti disebutkan pada jurnal No. 1 (Interaction between cognitive styles and genders when using virtual laboratories and its influence on students of health college's laboratory skills and cognitive load during the Corona pandemic)

Meskipun hasil positif VL meningkatkan LS, ada keterbatasan: Tidak semua kegiatan kelas eksperimen dicatat. Dan ada pola interaksi, diskusi, dan peristiwa menarik lainnya yang tidak dapat sepenuhnya dianalisis. Beberapa kesulitan muncul saat menggunakan VL: (a) standar komputer yang direkomendasikan, (b) staf yang dibutuhkan, dan (c) instruktur yang ahli dalam model pembelajaran. Termasuk yang terdapat pada jurnal No. 09 (Development Of Teacher Guidance Materials Based On 7ELearning Method In Virtual Laboratory Environment) Program perangkat lunak tidak mencukupi, guru tidak dapat memanfaatkannya secara memadai, dan pada situasi demikian diperlukan bimbingan materi virtual laboratorium bagi, agar faktor terpenting dari program ini untuk mencapai kompetensi yang dibutuhkan di lapangan tercapai. Pada jurnal No. 10 (*Virtual Interactive Laboratory Applied to High Schools Programs*) ada masalah umum di banyak sekolah bahwa mereka tidak memiliki peralatan yang diperlukan di laboratorium sains mereka. Hal ini sering disebabkan oleh ruang dan anggaran terbatas untuk pemeliharaan dan peralatan. Artinya implementasi Virtual Laboratorium harus disesuaikan dengan sarana yang ada di sekolah dan kesiapan guru serta staf administrasi IT.

CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dianalisa, maka dapat disimpulkan bahwa implementasi Virtual Laboratorium dapat meningkatkan aktifitas proses pembelajaran dan sains, meningkatkan kemahiran intelektualnya untuk membantu dalam proses memecahkan persoalan yang dihadapinya serta dapat menimbulkan pembelajaran yang bermakna serta akan memiliki keterampilan proses sains yang baik. Akan tetapi ada beberapa kendala dalam implementasinya antara lain sarana, biaya, dan kesiapan guru dan staf. Maka perlu dilakukan pelatihan lanjutan agar implementasi virtual laboratorium dapat berjalan dengan baik.

REFERENCES

- A. Ballua, et al. (2016). Virtual metrology laboratory for e-learning.
- Anugraheni. (2018). Meta Analisis Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis di Sekolah Dasar. *A Journal of Language, Literature, Culture, and Education POLYGLOT*, 14(1), 9–18.
- Christine Booth , et al. (2016). Empirical evaluation of a virtual laboratory approach to teach lactate dehydrogenase enzyme kinetics.
- Diego Vergara, et al. 2022. Educational trends post COVID-19 in engineering: Virtual laboratories. Elsevier
- Francisco Torres, et al. (2015). Virtual Interactive Laboratory Applied to High Schools Programs.
- Giuseppe Carnevali and Giorgio Buttazzo. (2003). A Virtual Laboratory Environment For Real-Time Experiments. elsi
- Haisam A. Alsharif e , Rabab A. Abdulkaderf , Hanan M. Diab (2022). Interaction between cognitive styles and genders when using virtual laboratories and its influence on students of health college's laboratory skills and cognitive

- load during the Corona pandemic. journal homepage: www.cell.com/heliyon
- Hung, H.T., Yuen, S.C.Y., (2010). Educational use of social networking technology in higher education. *Teach. High. Educ.* 15 (6), 703–714
- Joshy Alphonse, Shyam Diwakar. (2020). Deploying a Web-based Electroencephalography Data Analysis Virtual Laboratory.
- Lora J. Bean, PhD, et al. (2011). The virtual diagnostic laboratory: A new way of teaching undergraduate medical students about genetic testing.
- Murniza Muhamada, et al. (2012). Virtual Biology Laboratory (VLab-Bio): Scenario-based Learning Approach.
- Özden Karagöza, Ahmet Zeki Sakab. (2015). Development Of Teacher Guidance Materials Based On 7ELearning Method In Virtual Laboratory Environment.
- Permatasari, Eka Aprilia. (2014). Implementasi Pendekatan Saintifik dalam Kurikulum 2013 Pada Pembelajaran Sejarah. *Indonesian Journal Of History Education.*3(1), 11-16.
- Rabab Ali Abumalloh, et al. (2021). The impact of coronavirus pandemic (COVID-19) on education: The role of virtual and remote laboratories in education.
- Tatli, Z., Ayas, A., (2012). Virtual chemistry laboratory: effect of constructivist learning environment. *Turk. Online J. Dist. Educ.* 13 (1), 183–199.
- Triandini, E., et al. (2019). Metode Systematic Literature Review untuk Identifikasi Platform dan Metode Pengembangan Sistem Informasi di Indonesia. *Indonesian Journal of Information Systems (IJIS).* vol 1(2).63-77.
- Unchana Klentien & Wannachai Wannasawade. (2016). Multidisciplinary Conference Development of blended learning model with virtual science laboratory for secondary students.
- Usama M. Ibrahim , Bandar S. Alsaif , Munthir Alblaihed , Sameh S.I. Ahmed d,g.
- Usama M. Ibrahim , et al. (2022). Interaction between cognitive styles and genders when using virtual laboratories and its influence on students of health college’s laboratory skills and cognitive load during the Corona pandemic. Elsevier
- Wijayanti, A. (2014). Pengembangan Autentic Assesment Berbasis Proyek Dengan Pendekatan Saintifik Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Ilmiah Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3 (2), 102-108.
- Willow Hallgren a, et al. (2015). The Biodiversity and Climate Change Virtual Laboratory: Where ecology meets big data.
- Yuxin Liang, G. P. Liu. (2013). Design of Remote 3D Virtual Laboratory for Education On Control System Experimentation.
- Zeynep Tatli&Alipaúa Ayas. (2011). Virtual laboratory applications in chemistry education.