



## Analisis Keterampilan Siswa Melalui Pengembangan Model Pembelajaran Kimia Berbasis Simulator Pada Pengujian pH

Faisal Akbar Ramdhani<sup>1</sup>, Mutia Amaliyah<sup>2</sup>, Salwa Widya Hanifah<sup>3</sup>, Zildjian Naura Rahman<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia

Email : [fa028175@gmail.com](mailto:fa028175@gmail.com)<sup>1</sup>, [mutiaamaliyah5@upi.edu](mailto:mutiaamaliyah5@upi.edu)<sup>2</sup>, [salwawidya08@upi.edu](mailto:salwawidya08@upi.edu)<sup>3</sup>, [zildjiannaurarahman@gmail.com](mailto:zildjiannaurarahman@gmail.com)<sup>4</sup>

**Abstract.** *The influence of the development of Science and Technology (IPTEK) on the world of education, so that both teachers and students are required to always adapt to existing developments. Technology is the result of knowledge originating from the world of education therefore the world of education should utilize technology to increase efficiency in learning. Chemistry among students is still considered material that is difficult to understand. One of its attractions is the abstract nature of chemical material. Chemistry learning does not only include theoretical learning but also includes practical activities. This research was carried out to determine the effect of using a virtual laboratory on students' skills during direct practicum. The method used in this research is a quantitative method that uses a lot of numbers, starting from data collection, interpretation of the data and presentation of the results. A total of 52 students in class XI, Department of Mathematics and Natural Sciences at SMA Negeri 1 Sliyeg. Presenting the results in the form of a representative table will increase the reader's level of understanding and make it easier to access information. Virtual laboratories help students understand the practical process. Based on the results of data analysis obtained from filling out the questionnaire, it was found that 78.8% or the majority of students answered agreeing that the virtual laboratory had an effect on increasing pH testing. This proves that the use of virtual laboratories can be a way out so that when doing direct practicum students do not experience difficulties and the practicum runs more effectively.*

**Keywords :** *virtual laboratory, pH testing, chemistry learning model, olabs, chemistry practical skills, virtual media*

**Abstrak.** Pengaruh berkembangnya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) terhadap dunia pendidikan, sehingga baik guru maupun siswa dituntut untuk senantiasa menyesuaikan diri dengan perkembangan yang ada. Teknologi adalah hasil dari ilmu pengetahuan yang berasal dari dunia pendidikan, maka dari itu sudah seharusnya dunia pendidikan memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan keefesiensian dalam pembelajaran. Materi kimia di kalangan pelajar masih dianggap sebagai materi yang sulit dipahami. Satu dari alasannya adalah materi kimia bersifat abstrak. Pembelajaran kimia tidak hanya mencakup pembelajaran teori, tetapi juga mencakup kegiatan praktikum. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan laboratorium virtual terhadap keterampilan siswa pada saat pratiktikum secara langsung. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif yang banyak menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penyajian hasil. Sejumlah 52 orang siswa kelas XI Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di SMA Negeri 1 Sliyeg. Penyajian hasil dalam bentuk tabel yang representatif akan meningkatkan tingkat kephahaman pembaca serta mempermudah penyampaian informasi. Laboratorium virtual membantu siswa memahami proses praktikum. Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh dari hasil pengisian kuesioner didapatkan sebesar 78.8% atau sebagian besar siswa menjawab setuju bahwa laboratorium virtual berpengaruh terhadap peningkatan praktik pengujian pH. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat menjadi jalan keluar agar ketika melakukan praktikum langsung siswa tidak merasa kebingungan dan praktikum berjalan lebih efektif.

**Kata Kunci :** laboratorium virtual, pengujian pH, model pembelajaran kimia, olabs, keterampilan praktikum kimia, media virtual.

## **PENDAHULUAN**

Infrastruktur laboratorium sering kali menjadi hambatan bagi para peserta didik untuk melakukan praktikum. Dalam pengadaan infrastruktur tidak hanya masalah biaya dan waktu yang terbatas, tapi juga pengelolaan yang cukup kompleks. Beberapa hal yang dipandang menjadi permasalahan pengelolaan laboratorium diantaranya (1) Sumber Daya Laboratorium: Mencakup peralatan praktikum, tempat praktikum, pengajar dan asisten praktikum serta pekerja/teknisi (2) Manajemen laboratorium: Cara mengelola waktu praktikum yang efisien (3) Biaya Praktikum: Bagaimana cara meminimalisir biaya praktikum, mengingat harga bahan dan alat yang terus meningkat (4) Meningkatkan mutu atau kemampuan siswa dengan sumber daya yang terbatas di laboratorium (Setiawan, dkk., 2018).

Banyaknya kesalahan dan kecelakaan yang terjadi dalam laboratorium disebabkan minimnya kemampuan keterampilan dasar para siswa (Azhar & Iqbaal, 2019). Kurangnya sarana atau fasilitas laboratorium di sekolah menyebabkan pemahaman konsep menjadi kurang optimal (Masruri, 2020). Salah satu caranya yaitu dengan memanfaatkan teknologi berbasis simulator yang dapat dilakukan oleh para siswa secara mandiri (Lestari, et al., 2023; Kurniawan, dkk., 2020; Ulfah et al., 2020). Simulator laboratorium virtual penting karena dapat membantu keterampilan siswa dalam praktikum kimia secara langsung. Laboratorium virtual sangat berguna meringankan guru dalam memberikan penjelasan praktikum terkait teori pengujian pH. Dan juga mempermudah siswa dalam bereksperimen secara luas. Setelah melakukan simulasi praktikum, maka akan muncul hasil eksperimen seperti terjadi perubahan warna pada kertas lakmus.

Manfaat laboratorium virtual antara lain adalah meningkatkan keterampilan ilmiah peserta didik (Gaffar & Sugandi, 2019; Musyailah & Muhab, 2020). Maksun & Saragih, (2020) dalam penelitiannya juga menunjukkan bahwa pemanfaatan labiratorium virtual mampu memperkecil peluang terjadinya kecelakaan dan kekeliruan kerja saat praktikum. Ada berbagai macam platform laboratorium virtual yang tersedia untuk pembelajaran kimia.

Laboratorium virtual merupakan platform online yang digunakan untuk membantu proses pembelajaran sehingga diharapkan dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam melakukan praktikum dan juga cocok digunakan untuk mengantisipasi terhadap ketidaksiapan praktikum langsung (Kidan, et al., 2020). Media yang digunakan untuk penelitian ini adalah olabs. Olabs adalah software untuk melakukan percobaan online di bidang sains. Olabs adalah salah satu laboratorium virtual yang dikembangkan untuk menyajikan simulasi- simulasi

percobaan di bidang sains yang bisa dimanfaatkan oleh pengajar jika tidak terdapat peralatan fisiknya.

Penelitian terkait simulasi laboratorium virtual sudah banyak dilakukan, tetapi penelitian tersebut berfokus pada tiga isu, di antaranya meneliti perbandingan laboratorium virtual dengan laboratorium nyata, faktor-faktor kurangnya pemahaman siswa saat melakukan praktikum, serta adaptasi model pengajaran pendidikan dengan perkembangan teknologi. Ketiga isu riset tersebut dapat dikategorikan pada proses implementasi laboratorium simulator. Penelitian yang dilakukan (Muchson, 2019), persentase kelayakan laboratorium virtual dapat disimpulkan dari penilaian ahli dan pengguna dari segi pemakaiannya sebagai media pembelajaran adalah sebesar 85,44% sedangkan dari segi kejelasan konsep materi adalah sebesar 84,67%, sehingga dari hasil pengembangan segi kelayakan laboratorium virtual dapat dikategorikan dengan sangat layak untuk diterapkan dalam pembelajaran. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa terdapat pengaruh positif kegiatan praktikum laboratorium virtual ditunjukkan dari rata rata nilai *postest* adalah 80,77. Penelitian lainnya menunjukkan adanya faktor pendukung dan faktor penghambat yang mempengaruhi pelaksanaan praktikum. Kesiapan guru dan dan peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum merupakan salah satu faktor pendukung pelaksanaan praktikum kimia. Salah satu faktor penghambat pelaksanaan praktikum kimia adalah karena minimnya infrastruktur dalam sekolah salah satunya menyebabkan ruang laboratorium digunakan sebagai ruang kelas, faktor penghambat lainnya yaitu kurangnya alat dan bahan, keterbatasan waktu dan tidak adanya laboran. Media pembelajaran laboratorium virtual dapat menggambarkan konsep yang khayal atau abstrak menjadi lebih nyata. Karenanya, tujuan pembelajaran dan metode belajar akan lebih mudah dipahami oleh para siswa. Jika pembelajaran mudah dipahami, siswa akan memperoleh hasil belajar yang lebih ideal dan maksimal (Fatimah, 2020).

Terkait praktikum kimia di laboratorium dalam dunia pendidikan yang semakin berkembang, kunci utama dalam kesuksesan implementasi laboratorium virtual menjadi tanggung jawab guru dan siswa yang menjadi pelaksana langsung. Akan tetapi, kebanyakan guru tidak menggunakan hal tersebut sebagai *pretest* sebelum siswa melakukan praktik secara langsung. Hal ini masih terlewatkan dari trend penelitian terdahulu mengenai praktikum kimia di laboratorium. Isu ini kami teliti dengan dasar bahwa jika penggunaan laboratorium virtual tidak dijadikan sebagai *pretest* serta tidak ditekankan kepada para siswa, maka sebegus apapun mediana, tidak akan berjalan dengan maksimal. Para siswa menganggap simulasi tersebut

bukanlah suatu kewajiban yang harus dilakukan. Sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa *pretest* laboratorium virtual memegang peranan penting dalam kesuksesan siswa dalam melakukan praktikum kimia.

## **METODE PENELITIAN**

- **Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif mulai dari pengumpulan data, pengolahan data dan penyampaian hasil. Metode ini dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian terkait informasi seberapa efektif laboratorium virtual untuk meningkatkan keterampilan siswa pada materi praktikum pengujian pH. Pengumpulan data dilakukan dengan cara membagikan kuesioner kepada para siswa kelas XI. Penyajian hasil dalam bentuk tabel yang representatif akan mempermudah pemahaman pembaca terhadap informasi yang disampaikan (Sidik Priadana, 2021). Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan yaitu : 1) Persiapan; 2) Pengumpulan data; 3) Analisis data.

- **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Sliyeg pada tanggal 6 November 2023. Alasan pemilihan sekolah ini dijadikan tempat penelitian adalah karena sekolah ini merupakan sekolah asal salah satu peneliti dan sesuai dengan kriteria sekolah yang dibutuhkan dalam penelitian.

- **Sampel penelitian**

Penelitian ini dilakukan kepada siswa kelas XI SMA Negeri 1 Sliyeg yang berjumlah 52 siswa

- **Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada peserta didik yang berisi dua puluh pernyataan. Jenis pernyataan berupa pernyataan dengan opsi jawaban sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju. Dua puluh pernyataan tersebut mencakup pernyataan mengenai laboratorium virtual. 9 pernyataan mengenai pemahaman siswa dalam menggunakan laboratorium virtual dan 11 pernyataan mengenai keterampilan siswa dalam menggunakan laboratorium virtual.

- Analisis data

Analisis data dilakukan setelah terkumpulnya data. Dalam menganalisis hasil yang didapat dari kuesioner, diperoleh persentase dari setiap pernyataan yang disajikan dan diolah dengan cara ditampilkan dalam bentuk tabel untuk mengetahui seberapa besar peningkatan keterampilan siswa pada materi pengujian pH.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. HASIL PENELITIAN

Dengan penyebaran kuesioner menggunakan *google form* diperoleh sebanyak 52 orang responden sebagai hasil dari pengumpulan data. Dalam penelitian ini, analisis data diperoleh secara deskriptif dari hasil persepsi siswa terhadap penggunaan laboratorium virtual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa tanggapan siswa, berikut adalah hasil kuesioner penelitian:

Tabel dibawah merepresentasikan respon peserta didik terhadap kuesioner yang dibagikan.

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat tidak setuju
1.	Saya merasa bingung ketika praktikum langsung tanpa melakukan <i>pretest</i> terlebih dahulu	12	35	4	1
2.	Penggunaan <i>pretest</i> laboratorium virtual merupakan hal yang baru	10	35	5	2
3.	Informasi yang disediakan di dalam laboratorium virtual mudah dimengerti	5	32	13	2
4.	Tampilan animasi di dalam laboratorium virtual menarik	9	37	5	1
5.	Penggunaan menu atau fitur pada laboratorium virtual mudah digunakan	4	33	14	1
6.	Waktu saya lebih efisien ketika melakukan praktikum langsung setelah adanya laboratorium virtual	10	38	4	-
7.	Saya merasa lebih terbantu ketika praktikum langsung setelah menggunakan laboratorium virtual	6	40	6	-

8.	Penggunaan media laboratorium virtual juga dapat digunakan pada materi lain	3	45	3	1
9.	Model pembelajaran kimia dengan laboratorium virtual lebih interaktif	9	29	14	-
10.	Merasa lebih aman dalam melakukan praktikum dengan laboratorium virtual	16	35	1	-
11.	Saya merasa lebih percaya diri dengan kemampuan saya setelah menggunakan laboratorium virtual untuk menyelesaikan praktikum dengan sukses	2	40	8	2
12.	Saya lebih bersemangat melakukan praktikum secara langsung ketika sudah melakukan laboratorium virtual	6	42	4	-
13.	Saya lebih senang menggunakan laboratorium virtual dibandingkan praktik langsung	3	22	26	1
14.	Penggunaan media laboratorium virtual membuat saya lebih termotivasi dalam mempelajari kimia materi pengujian pH	4	41	7	-
15.	Saya dapat menggunakan laboratorium virtual pada pengujian pH	5	43	4	-
16.	Saya lebih mudah mempersiapkan praktikum pengujian pH dengan menggunakan laboratorium virtual	3	37	11	1
17.	Saya lebih mudah memahami materi pengujian pH setelah menggunakan laboratorium virtual	3	34	15	-
18.	Saya sudah puas dengan fasilitas laboratorium virtual	1	43	7	1
19.	Saya akan merekomendasikan kepada siswa lain untuk menggunakan lab virtual pada pembelajaran kimia	6	42	4	-

20.	Laboratorium virtual berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan praktik pengujian pH?	-	41	11	-
	Rata-rata	5	37	8	1

Dari beberapa pernyataan positif yang diajukan kepada siswa, mayoritas menjawab setuju, hal tersebut menunjukkan bahwa laboratorium virtual ini berdampak baik untuk siswa khususnya dalam pengembangan keterampilan siswa pada praktikum pengujian pH.

## PEMBAHASAN

Para siswa yang tidak melakukan *pretest* menggunakan laboratorium virtual berbasis simulator terlebih dahulu merasa kebingungan dalam menjalankan praktikum kimia secara langsung. Dibuktikan dengan hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa siswa mengalami kesulitan baik dalam penguasaan materi secara keseluruhan ataupun dalam melakukan praktikum (Rahma, 2021). Aktivitas peserta didik selama praktikum menjadi lancar adalah dampak baik setelah penggunaan laboratorium virtual pada pra-lab (Nolen & Koretsky, 2018). Virtual lab memberi kesempatan kepada para siswa untuk mengulangi simulasi yang kurang dipahami atau sebagai bahan belajar untuk ujian dan dapat mendukung kemampuan siswa untuk melakukan praktikum dengan hal yang terlalu berbahaya dan terlalu lama untuk dilakukan di laboratorium (Scheckler 2003).

Dengan kemudahan teknologi yang ada saat ini, model pembelajaran pun dapat dikembangkan secara lebih animatif dan dinamis sehingga siswa dapat memanfaatkan smartphone untuk mendukung proses penguasaan materi dan peningkatan keterampilan dalam melakukan praktikum kimia. Peran guru juga sangat penting dalam meningkatkan keterampilan siswa, karena guru dapat menekankan dan agar memastikan siswa melakukan *pretest* dengan laboratorium virtual. Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan kemampuan praktikum siswa baik dengan menggunakan laboratorium virtual maupun praktikum secara langsung.

Kelebihan laboratorium virtual antara lain adalah sebagai bahan ajaran laboratorium untuk praktikum pengujian pH. Laboratorium virtual dapat dijalankan pada smartphone android versi 5.0 ke atas, terdapat petunjuk penggunaan laboratorium virtual sehingga para siswa dapat mengoperasikan secara mandiri, terdapat gambar, video, dan animasi yang dapat membantu peserta didik dalam memahami materi. Sebanyak 89% siswa menyatakan

pembelajaran menggunakan media video dapat membantu meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi pelajaran yang diajarkan guru hal ini berdasarkan hasil penelitian (Mitra, dkk., 2010). Jadi, dapat dikatakan layak dan efektif digunakannya pemanfaatan video dalam pembelajaran tersebut (Furi & Mustaji, 2017; Arthur, dkk., 2019).

Menurut penelitian dari (Abdul & Ntobui, 2018:30) kemudahan dalam mengakses olabs app ini dikarenakan menggunakan software yang dapat diakses pada laptop maupun handphone. Hal tersebut dapat menjawab keterbatasan tersedianya alat alat laboratorium di sekolah serta dapat menghindari terjadinya hal hal yang tidak diinginkan, seperti kecelakaan di laboratorium.

Penelitian terdahulu memperkuat bahwa model pengembangan pembelajaran dengan menggunakan laboratorium virtual dapat berpengaruh terhadap kemampuan belajar dan keterampilan siswa yang meningkat secara signifikan. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa konten materi yang bersifat mikroskopis, submikroskopis dapat dengan mudah dipahami oleh peserta didik apabila disampaikan dengan menggunakan laboratorium virtual. Hal ini menunjukkan laboratorium virtual ini dapat mempermudah siswa dalam melakukan praktikum dan dapat menjadi fasilitator yang baik untuk meningkatkan keterampilan dan penguasaan konsep terhadap materi pengujian pH (Dwiyanti, 2019).

Hasil tersebut sejalan dengan (Hikmah et al, 2017) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh penggunaan laboratorium virtual berbasis simulator terhadap peningkatan keterampilan yang dibuktikan dengan mayoritas setuju terhadap adanya peningkatan keterampilan siswa ketika melakukan praktikum langsung, setelah melakukan *pretest* praktikum secara virtual. Hal ini membuktikan bahwa mayoritas responden merasa lebih siap ketika menggunakan laboratorium virtual terlebih dahulu, sebelum praktikum secara langsung.

Berdasarkan penelitian dan juga menurut (Elsa, dan Andromeda, 2023) bahwa media laboratorium virtual ini menimbulkan akibat yang baik terhadap keterampilan siswa pada materi pengujian pH. Pada media laboratorium virtual digambarkan bentuk dan warna menyerupai aslinya sehingga membuat siswa bisa terbayang tentang apa benda yang akan digunakan dan pemakaiannya seperti apa, sehingga ini memberi pengaruh positif bagi siswa. (Rahmatullah, dkk, 2021).



Beberapa hal yang mempengaruhi perbedaan pencapaian keterampilan siswa yaitu dikarenakan motivasi dan kemauan siswa dan juga penekanan guru untuk terus melakukan dan memberikan pretest secara berkelanjutan. Jadi laboratorium dapat diterima di dalam dunia pendidikan dan dapat digunakan sebelum melakukan praktikum kimia secara langsung karena memberikan dampak positif bagi siswa dan dapat dikatakan adanya pengaruh dalam peningkatan keterampilan yang menggunakan media laboratorium virtual (olabs).

## **SIMPULAN**

Dari hasil penelitian pengembangan model pembelajaran berbasis simulator pada materi pengujian pH dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penerapan laboratorium virtual terhadap peningkatan keterampilan peserta didik kelas XI di SMA Negeri 1 Sliyeg. Hal ini dibuktikan dengan dengan banyak nya respon dari responden. Siswa yang berperan sebagai responden pengguna laboratorium virtual memberikan respon positif terhadap media ini, yang dideskripsikan dengan perolehan skor respon 78.8%.

Media laboratorium virtual (olabs) yang dikembangkan merupakan media yang menerapkan visualisasi 2D yang dapat diakses menggunakan smartphone maupun komputer sehingga dapat digunakan kapanpun dan dimanapun untuk melakukan praktikum secara virtual. Laboratorium virtual bersarana komputer dapat dijadikan sebagai alternatif lain untuk meningkatkan keterampilan praktikum siswa, juga sebagai persiapan agar ketika melakukan praktikum langsung siswa tidak merasa kebingungan dan praktikum berjalan lebih efektif. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa website laboratorium virtual dapat digunakan dalam model pembelajaran kimia, karena dapat membantu kegiatan praktikum secara animatif dan bernuansa virtual sehingga tidak membosankan dan dapat mendorong pengguna untuk mempelajari materi pengujian pH.

## REFERENSI

- Abdjul, T., & Ntobui, N. E. (2018). *Media Pembelajaran Virtual Lab dalam Fisika* (2018th ed.).
- Abid Azhar, K., & Iqbal, N. (2018). *Effectiveness of Google Classroom: Teachers Perceptions*. Prizren Social Science Journal, 2(2), 52–66.
- Aprilli, E., & Andromeda, A. (2023). Efektivitas E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Virtual Laboratory pada Materi Asam Basa terhadap Hasil Belajar Siswa. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 13(2), 301-305
- A. Setiawan, A. Suhandi, I. Kaniawati, J. S. No, F. Keguruan, and U. Bengkulu, "Model 'Higher Order Thinking Virtual Laboratory: Model Praktikum Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis Dan Pemecahan Masalah," vol. 3, no. 5, 2018.
- Fatimah, S., & Suryandari, K. C. (2020) *Pembelajaran Fisika melalui Virtual Laboratory Berbasis Phet Simulation untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa*. Kappa Journal, 6(2), 82–89. <https://doi.org/10.29408/kpj.v4i2.2494>
- Furi, U.L., Mustaji. 2017. *Pengembangan Media Video Mata Pelajaran Komposisi Foto Digital bagi Siswa Kelas XI Multimedia di Sekolah Menengah Kejuruan*. Jurnal Kwangsun, Vol. 5 No.2 hal. 91-100. Edisi Desember 2017. DOI: <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v5n2.p91-100>
- Gaffar, A. A., & Sugandi, M. K. (2020). *Pengembangan Media Perangkat Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual untuk Meningkatkan Proses Sains Siswa SMA*. Jurnal Biotek, 7(2), 96-110. <https://doi.org/10.24252/jb.v7i2.10739>
- Hikmah, N. Saridewi, S. A. (2017). *Eksperimen Merupakan Penelitian Untuk Mencari Pengaruh Perlakuan Tertentu Terhadap Kondisi Yang Terkendali*. EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan), 2(2), 186–195.
- Kidan, Ahmad Ardius. (2020). *Laboratorium Pemanfaatan Maya: Peluang Dan Tantangan*. Jurnal Teknodik , 24 (2), 147–160. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v24i2.679>
- Lestari, N. (2023). Media Pembelajaran berbasis multimedia interaktif.
- Maksum, A. H., & Saragih, Y. (2020). *Analisis Penerapan Virtual Laboratorium Versus Reality Laboratorium*. Jurnal Tiarsie, 17(2), 47–52.
- Masruri. 2020. *Identifikasi Hambatan Pelaksanaan Praktikum Biologi Dan Alternatif Solusinya Di SMA negeri 1 Moga*. Perspektif Pendidikan dan Keguruan , 11(2).
- Mitra, B., Lewin-Jones, J., Barrett, H., & Williamson, S. 2010. "The use of video to enable deep learning". Research in Post-Compulsory Education, Vol15 Issue.4. pp.405-414. DOI: <https://doi.org/10.1080/13596748.2010.526802>.

Muchson, M., Munzil, Winarni, B. E., & Agusningtyas, D. (2019). *Pengembangan Virtual Lab Berbasis Android pada Materi Asam Basa untuk Siswa SMA*. Jurnal Pembelajaran Kimia, 4(1), 51–64. <https://doi.org/10.17977/um026v4i12019p051>

Musyailah, D. A., & Muhab, S. (2020). *Pengaruh Integrasi Laboratorium Virtual dalam*

*Model Pembelajaran Problem Solving Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Elektrolit dan Non elektrolit*. Jurnal Riset Pendidikan Kimia (JRPK), 10(1), 46-52.

Nolen, S. B., & Koretsky, M. D. (2018). *Affordances of Virtual and Physical Laboratory*

*Projects for Instructional Design: Impacts on Student Engagement*. IEEE Transactions on Education, 61(3), 226-233. <https://doi.org/10.1109/TE.2018.2791445>

Rahma, Ary Analisa. 2021. *Efektivitas Penggunaan Virtual Lab Phet Sebagai Media Pembelajaran Fisika Terhadap Hasil Belajar Siswa*.

Rahmatullah, R., Ramadhanti, D., Suwarno, RN, & Kuswanto, H. (2021). Tinjauan Pustaka: *Perkembangan Teknologi dan Pemanfaatan Augmented Reality (AR) dalam Pembelajaran IPA*. Jurnal Sains dan Teknologi Terapan Indonesia, 2 (4), 135-144.

Scheckler, R. K. 2003. *Virtual labs: A substitute for traditional labs?*, International Journal of Developmental Biology, 47:231-236. <http://www.jjdb.chu.es/web/descarga/paper/12705675>