



**PEMANFAATAN MEDIA LABORATORIUM VIRTUAL PADA  
PEMBELAJARAN FISIKA TERHADAP TINGKAT PEMAHAMAN KONSEP  
SISWA**

**Fadhilah Hanum**

Universitas Sebelas Maret Surakarta  
[fadhilahhanum23@gmail.com](mailto:fadhilahhanum23@gmail.com)

**Info Artikel :**

Diterima : 8 Mei 2023

Disetujui : 19 Mei 2023

Dipublikasikan : 25 Juni 2023

**ABSTRAK**

Praktikum pembelajaran fisika sangat penting sebagai penunjang pembelajaran dan sebagai fokus pada aspek prosedural dan praktis. Hal ini sesuai dengan tujuan pembelajaran fisika sebagai proses yang meningkatkan kemampuan berpikir siswa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media pembelajaran fisika berupa laboratorium virtual terhadap tingkat pemahaman siswa. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan literature review. Tinjauan pustaka adalah rangkuman sumber informasi seperti jurnal, artikel, buku, dan lain-lain yang berkaitan dengan suatu pembahasan penelitian. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif berupa kajian pustaka, kumpulan publikasi ilmiah atau informasi yang berkaitan dengan kajian pustaka. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti, media laboratorium virtual memiliki manfaat dalam pembelajaran fisika yang berdampak baik terhadap pemahaman konsep siswa. Hal ini juga dibuktikan pada penelitian yang dilakukan di beberapa sekolah dengan hasil skor rata-rata pemahaman konsep fisika siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan media laboratorium virtual dalam kategori cukup.

**Kata Kunci :**  
Media,  
Laboratorium  
Virtual, Fisika

**ABSTRACT**

*Physics learning practicum is very important as a support for learning and as a focus on procedural and practical aspects. This is in accordance with the purpose of physics learning as a process that improves students' thinking skills. The purpose of this study is to determine the effect of physics learning media in the form of virtual laboratories on students' level of understanding. In this study, the authors used literature review. Literature review is a summary of information sources such as journals, articles, books, and others related to a research discussion. This research uses a qualitative descriptive method in the form of a literature review, a collection of scientific publications or information related to the literature review. Based on the results of research and discussion that has been carried out by several researchers, virtual laboratory media has benefits in physics learning that have a good impact on students' concept understanding. This is also evidenced in research conducted in several schools with the results of the average score of understanding the physics concepts of students who are taught using virtual laboratory media in the sufficient category.*

**Keywords :**  
Media, Virtual  
Laboratory,  
Physics

## PENDAHULUAN

Pendidikan adalah suatu rangkaian kegiatan proses yang ditujukan untuk mempengaruhi penyesuaian diri peserta didik terhadap lingkungan dan kemampuan untuk melakukan pembaharuan yang bermanfaat dalam kehidupan sosial. Pendidikan juga mempunyai tujuan, salah satunya tertuang dalam pembukaan UUD 1945, yaitu “membangun kehidupan berbangsa dan ikut serta dalam mewujudkan ketertiban dunia”. Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan suatu proses pelatihan yang diselenggarakan dengan sebaik mungkin.

Proses pendidikan itu sendiri bukan hanya sekedar proses penyampaian ilmu pengetahuan, melainkan serangkaian kegiatan interaktif antara siswa dengan guru dan antar siswa (Irawan et al., 2016). Tujuan pendidikan dapat dicapai melalui proses yang dipengaruhi oleh banyak faktor. Salah satu tahapan yang dapat menentukan keberhasilan pelatihan adalah pembelajaran. Proses pembelajaran harus memenuhi beberapa komponen. Proses pembelajaran terdiri dari lima bagian yaitu tujuan, metode, materi, media dan evaluasi pembelajaran (Audie, 2019). Kelima bagian ini saling berhubungan dan memiliki peran masing-masing.

Fisika adalah ilmu yang mempelajari materi, energi dan segala kegunaannya. Pada dasarnya, fisika adalah disiplin ilmu yang tidak hanya mencakup kumpulan fakta, tetapi juga serangkaian proses ilmiah untuk memperoleh fakta tersebut. Belajar fisika bukan hanya tentang hafalan, tetapi juga tentang pendekatan ilmiah seorang ilmuwan. Oleh karena itu, fisika tidak hanya dipelajari sebagai produk tetapi juga sebagai proses. Selain itu, disajikan dua aspek aktivitas dalam pelajaran jasmani: latihan aktif, yaitu kerja praktek, dan berpikir aktif. Aktivitas fisik saja tidak cukup untuk mempelajari fisika, siswa juga perlu mendapatkan pengalaman berpikir melalui pola pikir pembelajaran fisik.

Praktik pembelajaran fisika sangat penting sebagai penunjang pembelajaran dan sebagai fokus pada aspek proses dan praktik. Hal ini sesuai dengan tujuan pembelajaran fisika sebagai proses yang meningkatkan kemampuan berpikir siswa. Kemampuan berpikir ini mempengaruhi keterampilan psikomotorik, berpikir sistematis, objektivitas dan kreativitas. Untuk menekankan perspektif proses, siswa harus diajarkan keterampilan seperti observasi, klasifikasi, pengukuran, komunikasi, interpretasi data, dan pengujian langkah demi langkah sesuai dengan kemampuan berpikir siswa dan kurikulum. Pembelajaran fisika membutuhkan lima bagian dari proses pembelajaran. Fisika sendiri merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan kepada siswa SMA. Permasalahan yang biasa ditemui dalam proses pembelajaran fisika disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu materi yang dipelajari siswa, metode pengajaran guru dan kegiatan pembelajaran yang berlangsung di kelas (Turner & Rapoport, 1977). Dalam proses pembelajaran, guru tetap mengarahkan alur kegiatan agar proses berpikir siswa tetap berjalan sebagaimana mereka belajar. Siswa hanya fokus pada menghafal rumus dan definisi penting, mengabaikan sifat sebenarnya dari fisika. Untuk mengatasi masalah tersebut, guru harus mengubah metode pembelajaran agar pelajaran fisika lebih menarik, siswa lebih termotivasi, dan siswa lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran.

Pembelajaran fisika sangat erat kaitannya dengan eksperimen dan praktik untuk mendemonstrasikan fenomena yang terjadi. Kegiatan pendukung, seperti praktik pemutakhiran berbagai konsep fisika, memerlukan biaya yang relatif tinggi dan sulit diterapkan siswa di sekolah. Jadi ada beberapa konsep yang tidak ditunjukkan oleh praktik siswa. Oleh karena itu, penemuan praktis diperlukan untuk menumbuhkan pemahaman siswa yang lebih dalam tentang konsep fisika. Selain itu, guru harus

memikirkan alat yang tepat sebagai fasilitator untuk menanamkan pengetahuan konseptual pada siswa. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tentunya memungkinkan akses informasi yang mudah bagi setiap orang.

Salah satunya adalah penggunaan teknologi mobile seperti laptop. Penggunaan laptop tersebar luas akhir-akhir ini dan perlu berkembang agar tetap terkini. Sehingga ini menjadi peluang bagi para guru untuk menggunakan perangkat portabel ini untuk mendukung pembelajaran, seperti simulasi latihan atau laboratorium virtual. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Deni Ainur, Roy Asrori dan Hayuni Retno pada tahun 2020. Sebagai hasil dari penelitian ini, dibuatlah laboratorium virtual yang terintegrasi dalam smartphone untuk melakukan pemisahan bahan kimia. Namun virtual lab ini hanya dapat diakses secara online yang menjadi salah satu kendala bagi mahasiswa yang terkendala oleh sinyal dan kuota internet (Rokhim et al., 2020). Berdasarkan beberapa uraian tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media pembelajaran fisika berupa laboratorium virtual terhadap tingkat pemahaman siswa.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian tentunya memiliki tujuan dan manfaat. Tujuan utama penelitian, termasuk penemuan, adalah untuk memastikan bahwa setiap informasi yang diperoleh atau ditemukan adalah baru dan belum dikumpulkan dari penelitian sebelumnya. Tujuan dari kedua pembuktian tersebut adalah untuk menghilangkan keraguan terhadap informasi dan pengetahuan yang diperoleh. Dan terakhir, pengembangan yang bertujuan untuk mengkaji lebih dalam pengetahuan yang ada dan konsisten dengan hasil penelitian. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan *literature review*. Tinjauan pustaka adalah rangkuman sumber informasi seperti jurnal, artikel, buku, dan lain-lain yang berkaitan dengan suatu pembahasan penelitian. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif berupa kajian pustaka, kumpulan publikasi ilmiah atau informasi yang berkaitan dengan kajian pustaka. Oleh karena itu, penulis mengumpulkan sumber penelitian melalui artikel, jurnal, dan laporan keuangan. Agar peneliti lain dapat memahami teori dan pembahasan yang berkaitan dengan penelitian ini yang berasal dari sumber-sumber tersebut.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pembelajaran Fisika**

Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan yang membahas tentang cara mengenal secara sistematis berbagai hal yang berkaitan dengan fenomena alam, jadi fisika bukan hanya tentang mengelola pengetahuan berupa fakta, konsep, dan prinsip, tetapi juga tentang pemahaman itu terkait dengan proses penemuan (Murdani, 2020; Sujarwanto, 2019). Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan Santoso dalam jurnalnya (Hidayaturrohman et al., 2017) bahwa hakikat fisika adalah produk, sikap, dan proses. Fisika adalah hasil dari pengetahuan dan pengalaman empiris yang terorganisir secara sistematis. Fisika sebagai sikap adalah penerapan sikap ilmiah untuk penemuan konsep dan pengetahuan. Padahal fisika sebagai proses adalah proses memperoleh pengetahuan itu.

Pembelajaran fisika merupakan interaksi antara siswa dengan lingkungannya (lingkungan, guru, dll) untuk memperoleh pengalaman dan pengetahuan tentang fisika secara logis. Fisika juga diajarkan sebagai cara untuk memecahkan masalah dan mengembangkan kemampuan berpikir dan berperilaku ilmiah (Hidayaturrohman et al., 2017; Rizkiana & Apriani, 2020). Proses pembelajaran terdiri dari beberapa unsur

penting, antara lain guru, siswa dan lingkungan belajar yang saling mempengaruhi. Guru berperan sebagai pemberi ruang yang membantu siswa dalam belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran. Kualitas proses pembelajaran jasmani sangat dipengaruhi oleh peran guru dalam menciptakan proses pembelajaran yang aktif, inovatif dan efektif, serta menciptakan lingkungan belajar dan pembelajaran jasmani yang kondusif dan menyenangkan. Kegembiraan belajar fisika meningkatkan motivasi siswa dalam mempelajari mata pelajaran fisika. Motivasi ini mendorong aktivitas dan kreativitas siswa. Hal ini merupakan indikasi keberhasilan pembelajaran.

### **Media Pembelajaran**

Kata "media" berasal dari kata Latin "medius". Medius artinya "tengah", "tengah" atau bisa juga diartikan sebagai "pengantar" (Saputri & Saifuddin, 2022). Media massa sendiri dapat diartikan sebagai alat fotografi, elektronik atau grafis yang menyimpan, mengolah dan merekonstruksi informasi verbal dan visual (Martin-Villalba et al., 2012). Media massa didefinisikan sebagai sarana penyampaian informasi. Dalam konteks pembelajaran mengarah pada kegiatan pedagogik atau interaksi antara peserta didik dengan pendidik berdasarkan tujuan berupa pengetahuan, sikap dan keterampilan. Menurut Arian dan Haryanto (2010:63) lingkungan belajar adalah segala sesuatu yang menyampaikan informasi berupa pengetahuan, keterampilan, dan sikap serta dapat membangkitkan perhatian, emosi, pikiran, dan belajar siswa. menciptakan pembelajaran yang teratur dan terarah. Selain itu, lingkungan belajar merupakan sarana penyampaian informasi kepada penerima agar informasi tersebut dapat diterima dengan benar (Ahdan et al., 2020; Isnaeni & Hildayah, 2020).

Dengan menggunakan beberapa definisi di atas, dapat diketahui bahwa lingkungan belajar adalah suatu alat yang berperan untuk menyalurkan informasi yang berkaitan dengan materi pembelajaran dengan cara yang dapat merangsang minat belajar siswa dan kemampuan berpikir untuk terbangun, sehingga belajar. tujuan tercapai.

Ciri-ciri media pembelajaran, antara lain:

- 1) Media pembelajaran dikenal dengan hardware, artinya media adalah benda yang dapat dijangkau dengan panca indera (diraba, dilihat, dan didengar).
- 2) Media pembelajaran dikenal dengan perangkat lunak, yang berarti media pembelajaran merupakan isi pesan atau isi yang ingin disampaikan pada perangkat keras.
- 3) Alat untuk membantu proses pembelajaran baik di dalam maupun di luar kelas.
- 4) Dapat digunakan secara individu, dalam kelompok, atau dalam jumlah besar.
- 5) Digunakan untuk berinteraksi dan berkomunikasi dalam proses pembelajaran.
- 6) Ditekankan dalam bentuk audio dan visual
- 7) Tindakan, sikap, organisasi, strategi, dan manajemen yang berkaitan dengan penerapan suatu ilmu. (Arsyad, 2015; Mahnun, 2012)

Ciri-ciri media pembelajaran lainnya juga dijelaskan oleh Gerlac dan Ely dalam (Arsyad, 2015), sebagai berikut:

- 1) Properti fiksatif  
Media dapat digunakan untuk merekam kejadian yang hanya terjadi satu kali, menyimpan, mengabadikan dan dapat digunakan kembali.
- 2) Properti Manipulatif  
Media dapat mengubah suatu peristiwa. Fitur ini terkait dengan peristiwa yang sulit diamati atau peristiwa masa lalu.

3) Sifat Distributif

Media dapat mentransformasi peristiwa secara serentak melalui ruang peristiwa yang akan disajikan kepada siswa dengan rangsangan pengalaman yang relatif sama.

Dalam menyampaikan pesan, diperlukan media massa sebagai perantara. Guru harus menentukan alat media apa yang dibutuhkan untuk melaksanakan pembelajaran. Selain itu, media juga harus memperhatikan tujuan dan materi yang akan ditransmisikan. (Said et al., 2017) berbagi jenis media pembelajaran, antara lain:

- 1) Media audio yang menggunakan indra pendengaran untuk menerima informasi.
- 2) Media visual, media yang menggunakan indra penglihatan untuk menerima informasi.
- 3) Media audiovisual, media yang menggunakan indera penglihatan dan pendengaran untuk menerima informasi.
- 4) Media multimedia, media yang menggunakan berbagai elemen media seperti animasi.

Media nyata, media yang dapat ditemukan di lingkungan sekitar. Media ini dapat dalam bentuk hidup atau disimpan.

Kemp dan Dayton (Karo-Karo & Rohani, 2018) mengklasifikasikan media secara lebih rinci, antara lain:

- 1) Bahan cetak
- 2) Tampilan Media
- 3) Rekaman suara
- 4) OHP
- 5) Video
- 6) Multi-gambar
- 7) komputer
- 8) Seri daun.

Berdasarkan jenis media pembelajaran yang tersedia, media pembelajaran multimedia merupakan yang paling menarik. Hal ini dikarenakan materi yang tertera pada multimedia cukup lengkap. Dengan bantuan multimedia, siswa secara alami lebih tertarik dan termotivasi untuk belajar.

### **Laboratorium Virtual**

Laboratorium virtual merupakan rangkaian inovasi pembelajaran laboratorium dalam bentuk perangkat lunak (Dwiningsih et al., 2018). Laboratorium virtual merupakan salah satu bentuk objek multimedia yang interaktif dan terkendali (Gunawan, 2015). Media laboratorium virtual merupakan objek berbasis komputer berupa simulasi kegiatan praktikum maupun kegiatan eksperimen di laboratorium nyata. Siswa dapat mengembangkan kemampuan mengoperasikan komputer dan sudah mengetahui pentingnya pendidikan yang menjadi masalah dalam proses pemecahan masalah dalam kehidupan. Perangkat tersebut dapat dikembangkan secara fleksibel sehingga dapat digunakan melalui smartphone atau komputer (Iskandar, 2018).

Dalam kegiatan praktikum, penggunaan laboratorium virtual memberikan bentuk penawaran berupa aplikasi yang lebih mendidik, simulasi fisika dan kimia berbasis komputer/smartphone, serta salinan fenomena alam dan kondisi percobaan (Maryuningsih et al., 2019). Laboratorium virtual digunakan untuk memperoleh pengetahuan konseptual dan mengembangkan keterampilan proses sains (Pritoni et al., 2015) serta untuk mengembangkan keterampilan dalam melakukan eksperimen analitik

dan mengembangkan kemampuan menginterpretasikan hasil eksperimen (Bortnik et al., 2017; Gaffar & Sugandi, 2019). Pembelajaran berbasis praktikum virtual dapat meningkatkan keterampilan proses ilmiah siswa (Maryuningsih et al., 2019). Laboratorium virtual juga merupakan teknologi yang dapat memudahkan penggunaannya karena tidak perlu dibawa ke ruang kelas dan tidak perlu ke laboratorium sekolah untuk melakukan praktikum (Taulabi, 2016). Penggunaan media ini merupakan salah satu pemanfaatan teknologi yang mudah digunakan dalam kegiatan pembelajaran (Dyrberg et al., 2017; Tüysüz, 2010). Dengan demikian, SDM pendidikan dapat lebih meningkatkan dan berinovasi dalam pemanfaatan teknologi khususnya media digital online (Agustini et al., 2019; Hikmah et al., 2017).

Laboratorium virtual juga memungkinkan siswa untuk lebih cepat berefleksi dan mengurangi kesalahpahaman tentang konsep yang dipelajari (Deliany et al., 2019). Penggunaan laboratorium virtual dapat mengurangi biaya dan risiko pelatihan tradisional dengan mengurangi penggunaan peralatan dan bahan pelatihan tradisional yang mahal (Widiadnyana et al., 2014). Pembelajaran di laboratorium virtual dapat mengurangi miskonsepsi siswa karena laboratorium virtual dapat langsung memvisualisasikan konsep abstrak (Herga et al., 2016). Pembelajaran di laboratorium virtual menawarkan beberapa keuntungan, antara lain:

(1) memungkinkan siswa untuk menciptakan karya eksperimental yang hemat waktu dan biaya; (2) memungkinkan siswa memperoleh visualisasi pada tingkat makroskopis, submikroskopis, dan simbolik; (3) memberikan representasi dinamis dari dunia sub-mikropartikel; (4) mengarah pada pemahaman yang lebih baik tentang komponen kimia; dan (5) alat motivasi yang kuat (Widiantini et al., 2017).

Selain kelebihan dari simulasi laboratorium interaktif ini, juga memiliki kekurangan yang belum terselesaikan yaitu keterbatasan kemampuan komputer untuk memecahkan masalah individu siswa dalam proses pembelajaran (Gunawan et al., 2019). Selain itu, program komputer tidak dapat mencapai aspek psikomotor pembelajaran, oleh karena itu pengelolaan kemampuan siswa harus dikontrol selama proses pembelajaran. Namun, jika kita melihat esensi praktik secara umum, penyajian praktik cukup terwakili oleh simulasi laboratorium interaktif ini (Aşıksoy & Islek, 2017). Hal ini karena beberapa keterampilan pragmatis seperti observasi dan analisis data merupakan salah satu komponen terpenting yang dapat diperoleh melalui simulasi laboratorium interaktif.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan beberapa peneliti, media laboratorium virtual memiliki kelebihan dalam pembelajaran fisika yaitu berpengaruh positif terhadap pemahaman konsep siswa. Hal ini juga ditemukan pada penelitian di beberapa sekolah yang melaporkan rata-rata pemahaman konsep fisika siswa berada pada kategori cukup baik untuk konsep fisika yang diajarkan dengan media laboratorium virtual dan pada kategori rendah yang diajarkan dengan media tradisional serta terdapat perbedaan pemahaman. Konsep fisika di antaranya diajarkan dengan menggunakan media tradisional. Media pembelajaran di lab virtual maupun yang diajarkan melalui media tradisional. Selain itu, penggunaan laboratorium virtual mempersiapkan siswa untuk era digitalisasi, sehingga tidak ada kegagapan di kalangan siswa terkait teknologi yang berkembang pesat di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, S., Arsyad, M., & Yani, A. (2019). Penggunaan media pembelajaran virtual lab terhadap pemahaman konsep fisika pada peserta didik SMA Negeri 1 Marioriwawo. *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs Universitas Negeri Makassar, 1*(0).
- Ahdan, S., Priandika, A. T., Andhika, F., & Amalia, F. S. (2020). *Perancangan Media Pembelajaran Teknik Dasar Bola Voli Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android Learning Media For Basic Techniques Of Volleyball Using Android-Based Augmented Reality Technology.*
- Arsyad, A. (2015). *Media pembelajaran.* Raja Grafindo Persada.
- Aşıksoy, G., & Islek, D. (2017). The Impact of the Virtual Laboratory on Students' Attitudes in a General Physics Laboratory. *International Journal of Online Engineering, 13*(4).
- Audie, N. (2019). Peran media pembelajaran meningkatkan hasil belajar peserta didik. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP, 2*(1), 586–595.
- Bortnik, B., Stozhko, N., Pervukhina, I., Tchernysheva, A., & Belysheva, G. (2017). Effect of virtual analytical chemistry laboratory on enhancing student research skills and practices. *Research in Learning Technology, 25.*
- Deliany, N., Hidayat, A., & Nurhayati, Y. (2019). Penerapan multimedia interaktif untuk meningkatkan pemahaman konsep IPA peserta didik di sekolah dasar. *Educare, 90–97.*
- Dwiningsih, K., Sukarmin, M., & Rahma, P. T. (2018). Pengembangan media pembelajaran kimia menggunakan media laboratorium virtual berdasarkan paradigma pembelajaran di era global. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan, 6*(2), 156–176.
- Dyrberg, N. R., Treusch, A. H., & Wiegand, C. (2017). Virtual laboratories in science education: students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education, 51*(4), 358–374.
- Gaffar, A. A., & Sugandi, M. K. (2019). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA pada Materi Invertebrata. *Seminar Nasional Biologi, Saintek, Dan Pembelajarannya I Tahun.*
- Gunawan, G. (2015). *Model Pembelajaran Sains Berbasis ICT.* FKIP Universitas Mataram.
- Gunawan, G., Harjono, A., Hermansyah, H., & Herayanti, L. (2019). GUIDED INQUIRY MODEL THROUGH VIRTUAL LABORATORY TO ENHANCE STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS ON HEAT CONCEPT. *Jurnal Cakrawala Pendidikan, 38*(2), 259–268.
- Herga, N. R., Čagran, B., & Dinevski, D. (2016). Virtual laboratory in the role of dynamic visualisation for better understanding of chemistry in primary school. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12*(3), 593–608.
- Hidayaturrohman, R., Lesmono, A. D., & Prihandono, T. (2017). Pengembangan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS untuk meningkatkan kemampuan berpikir

- kritis siswa. *FKIP E-PROCEEDING*, 2(1), 9.
- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Application of Virtual Laboratory to Improve Student Concept Understanding. *EduChemia (Journal of Chemistry and Education)*, 2(2), 186.
- Irawan, I. B., Musthofa, J. A., & Iriyanto, M. Y. (2016). *Pembuatan Media Pembelajaran Mobile Pocket Book Berbasis Android Menggunakan Adobe Flash Professional CS6 Pada Materi Usaha dan Energi*.
- Iskandar, D. (2018). Pengembangan model mobile virtual laboratorium untuk pembelajaran praktikum siswa SMA. *Kwangsan*, 6(1), 286884.
- Isnaeni, N., & Hildayah, D. (2020). Media Pembelajaran Dalam Pembentukan Interaksi Belajar Siswa. *Jurnal Syntax Transformation*, 1(5), 148–156.
- Karo-Karo, I. R., & Rohani, R. (2018). Manfaat media dalam pembelajaran. *AXIOM: Jurnal Pendidikan Dan Matematika*, 7(1).
- Mahnun, N. (2012). Media pembelajaran (kajian terhadap langkah-langkah pemilihan media dan implementasinya dalam pembelajaran). *Jurnal Pemikiran Islam*, 37(1).
- Martin-Villalba, C., Urquia, A., & Dormido, S. (2012). Development of virtual-labs for education in chemical process control using Modelica. *Computers & Chemical Engineering*, 39, 170–178.
- Maryuningsih, Y., Manfaat, B., & Riandi, R. (2019). *Penerapan Laboratorium Virtual Elektroforesis Gel Sebagai Pengganti Praktikum Riil*. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 9 (1), 48.
- Murdani, E. (2020). Hakikat Fisika dan keterampilan proses Sains. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 3(3), 72–80.
- Pritoni, M., Meier, A. K., Aragon, C., Perry, D., & Peffer, T. (2015). Energy efficiency and the misuse of programmable thermostats: The effectiveness of crowdsourcing for understanding household behavior. *Energy Research & Social Science*, 8, 190–197.
- Rizkiana, F., & Apriani, H. (2020). Simulasi PhET: pengaruhnya terhadap pemahaman konsep bentuk dan kepolaran molekul. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 11(1), 1–7.
- Rokhim, D. A., Asrori, M. R., & Widarti, H. R. (2020). Pengembangan virtual laboratory pada praktikum pemisahan kimia terintegrasi telepon pintar. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(2), 216–226.
- Said, A. A., Cahyadi, D., & Arifin, I. (2017). Struktur Media Pembelajaran Dalam Perspektif Desain Komunikasi Visual. *Tanra*, 4(2), 66–74.
- Saputri, E. Z., & Saifuddin, M. F. (2022). Student Perception on Biology Subject Using Virtual Laboratory. *Indonesian Journal of Biology Education*, 4(2), 1–6.
- Sujarwanto, E. (2019). Pemahaman konsep dan kemampuan penyelesaian masalah dalam pembelajaran fisika. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 1(1).
- Taulabi, I. (2016). Kepemimpinan Kepala Madrasah Dan Budaya Kerja Guru. *Tribakti: Jurnal Pemikiran Keislaman*, 27(2), 285–301.

- Turner, J. A., & Rapoport, J. (1977). Myxoedema ascites. *Postgraduate Medical Journal*, 53(620), 343–344. <https://doi.org/10.1136/pgmj.53.620.343>
- Tüysüz, C. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1).
- Widiadnyana, I. W., Sadia, I. W., & Suastra, I. W. (2014). Pengaruh model discovery learning terhadap pemahaman konsep IPA dan sikap ilmiah siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 4(2).
- Widiantini, N. N. A. S., Putra, M., & Wiarta, I. W. (2017). Model pembelajaran sets (science, environment, technology, society) berbantuan virtual lab berpengaruh terhadap kompetensi pengetahuan IPA. *Journal of Education Technology*, 1(2), 141–148.