

**PENGEMBANGAN MULTIMEDIA INTERAKTIF VIRTUAL LABORATORIUM UNTUK
MENINGKATKAN KEMANDIRIAN DAN PRESTASI BELAJAR SISWA**

Herlika¹⁾

¹⁾SMAN 4 Bengkulu

¹⁾ herlikahermosa1@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan multimedia interaktif virtual laboratorium yang layak untuk meningkatkan kemandirian dan prestasi belajar siswa. Selain itu bertujuan untuk mendeskripsikan efektifitas multimedia interaktif virtual laboratorium yang dikembangkan dapat meningkatkan kemandirian dan prestasi belajar siswa dalam pembelajaran kimia pada materi daya hantar listrik. Penelitian ini menggunakan rancangan pengembangan (Research and Development) dengan model ADDIE. Subjek penelitian adalah siswa kelas X MIPA di SMA Kota Bengkulu, yaitu SMAN 4 dan SMAN 7 Kota Bengkulu. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar penilaian, lembar respon dan hasil tes siswa. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah rata-rata (mean), uji paired test dan uji independent sampel t-test. Instrumen validasi ahli dan respon siswa terhadap produk dalam penelitian ini adalah skala Likert. Simpulan dari penelitian ini adalah multimedia interaktif virtual laboratorium yang dikembangkan dinyatakan layak serta efektif untuk meningkatkan kemandirian dan prestasi belajar siswa.

Kata Kunci : *Multimedia Interaktif, Laboratorium Virtual, Kemandirian Belajar, Prestasi Belajar*

**DEVELOPMENT OF VIRTUAL LABORATORY INTERACTIVE MULTIMEDIA TO INCREASE
STUDENT INDEPENDENCE AND LEARNING ACHIEVEMENT**

Herlika¹⁾

¹⁾SMAN 4 Bengkulu

¹⁾ herlikahermosa1@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to describe a virtual laboratory interactive multimedia that is feasible to increase student independence and learning achievement. In addition, it aims to describe the effectiveness of virtual laboratory interactive multimedia developed to increase student independence and learning achievement in learning chemistry on electrical conductivity material. This research uses a development design (Research and Development) with the ADDIE model. The research subjects were students of class X MIPA in SMA Bengkulu City, namely SMAN 4 and SMAN 7 Bengkulu City. Data collection techniques used in this study were assessment sheets, response sheets and student test results. Data analysis used in this research is the average (mean), paired test and independent sample t-test. Expert validation instruments and student responses to products in this study were Likert scales. The conclusion of this study is that the developed virtual laboratory interactive multimedia is declared feasible and effective to increase student independence and learning achievement.

Keywords: *Interactive Multimedia, Virtual Laboratory, Learning Independence, Learning Achievement.*

PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peran utama dalam membantu siswa mengoptimalkan bakat dan kemampuan mereka, dan peran guru sangat penting dalam mendorong pencapaian ini. Dengan pendidikan yang tepat, siswa dapat meningkatkan keterampilan dan pengetahuan mereka yang nantinya akan membantu mereka meraih kesuksesan di masa depan. Oleh karena itu, guru perlu memiliki pengetahuan dan keterampilan yang cukup untuk membantu siswa mencapai potensi terbaik mereka dalam pendidikan. Seorang guru yang kompeten mampu memberikan pengajaran dengan baik, dan membantu siswa mencapai kemampuan yang terbaik. Karakteristik guru yang berkualitas meliputi kepedulian dan perhatian yang diberikan terhadap perkembangan siswa. (Sutirna, 2003). Peran penting guru yang berkualitas pada zaman Revolusi Industri 4.0 tidak hanya terbatas pada memberikan pengajaran, namun juga harus dapat mengembangkan dan memfasilitasi keterampilan dan pengetahuan siswa yang dibutuhkan dalam dunia kerja yang selalu berubah. Mereka perlu mampu memanfaatkan teknologi terkini dalam proses pembelajaran agar siswa dapat terampil dalam menggunakan teknologi yang dibutuhkan di tempat kerja. Di samping itu, guru bermutu juga harus mampu mendorong kreativitas dan inovasi dalam proses pembelajaran sehingga siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan solutif yang sangat penting di era Revolusi Industri 4.0. Karena itu, guru yang kompeten memainkan peran utama dalam membantu siswa mengatasi tantangan yang dihadapi oleh dunia kerja pada zaman Revolusi Industri 4.0.

Pendidikan mengalami perubahan yang besar di Era Revolusi Industri 4.0. Dalam era ini, terdapat berbagai dampak seperti mudahnya akses dan penemuan informasi di mana saja dan kapan saja,

percepatan komputasi, penggantian tugas-tugas rutin dengan otomatisasi, serta kemampuan untuk berkomunikasi di mana saja dan kapan saja (Wijaya dan Nyoto, 2016). Kemajuan teknologi dan digitalisasi mempengaruhi cara siswa belajar dan mengubah tuntutan pasar kerja. Di era digital saat ini, penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran semakin penting. Teknologi dapat meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan kualitas pembelajaran. Menurut hasil wawancara dengan tiga sekolah di Bengkulu, yaitu SMAN 4, SMAN 6, dan SMAN 7, materi daya hantar listrik sulit dipahami oleh siswa karena guru mengalami kesulitan dalam menjelaskan reaksi ionisasi saat melakukan praktikum. Karena masalah ini, kualitas pembelajaran terganggu dan siswa tidak dapat mencapai hasil belajar yang optimal. Laboratorium virtual merupakan salah satu teknologi yang digunakan dalam pembelajaran di era Revolusi Industri 4.0. Teknologi ini memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen dan praktikum di lingkungan simulasi yang aman dan terkontrol, tanpa memerlukan bahan kimia atau alat yang mahal. Selain itu, teknologi laboratorium virtual juga memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri dan mengeksplorasi konsep-konsep yang sulit dalam pembelajaran sains dan teknologi. Harapannya, penggunaan teknologi laboratorium virtual dapat meningkatkan keterampilan dan pengetahuan siswa dalam bidang sains dan teknologi serta mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan kompleks dan beragam di era Revolusi Industri 4.0.

Program laboratorium virtual kimia adalah suatu aplikasi komputer yang menggunakan representasi visual interaktif untuk mensimulasikan percobaan dan eksperimen kimia Meyer dan Hendrian (2020). Laboratorium virtual kimia memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen kimia secara virtual tanpa

menggunakan bahan kimia yang berbahaya atau mahal di laboratorium fisik. Dalam laboratorium virtual kimia, siswa dapat mempelajari dan mengamati fenomena kimia, seperti reaksi kimia, perubahan fase, dan sifat-sifat kimia suatu zat, melalui model tiga dimensi yang realistis. Selain itu, laboratorium virtual kimia memungkinkan siswa untuk melakukan simulasi dan memprediksi hasil dari percobaan kimia yang berbeda secara digital. Laboratorium virtual kimia merupakan media pembelajaran yang efektif dan efisien untuk mengajarkan konsep-konsep kimia yang kompleks dengan cara yang lebih menarik dan interaktif. Laboratorium virtual kimia sangat bermanfaat untuk membantu siswa memperoleh pemahaman konsep dan melatih keterampilan dalam proses ilmiah Peffer dkk (2015). Laboratorium virtual menjadi pilihan yang menarik dalam pembelajaran, terutama di era Revolusi Industri 4.0, karena memiliki beberapa keunggulan. Pertama, laboratorium virtual memberikan pengalaman belajar yang hampir sama dengan laboratorium fisik tanpa biaya yang tinggi dan dapat dilakukan dari jarak jauh. Kedua, penggunaan laboratorium virtual membantu siswa memahami konsep yang sulit atau abstrak dengan cara yang lebih interaktif dan menyenangkan. Ketiga, laboratorium virtual mempercepat proses pembelajaran karena tidak perlu menunggu giliran atau mempersiapkan alat dan bahan. Keempat, penggunaan laboratorium virtual meningkatkan kreativitas siswa dan memungkinkan mereka melakukan eksperimen yang lebih kompleks dan rumit. Oleh karena itu, laboratorium virtual menjadi alternatif efektif dan efisien dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di era Revolusi Industri 4.0.

Dari permasalahan yang telah dijelaskan, diperlukan pengembangan media pembelajaran baru dalam bentuk

multimedia interaktif virtual laboratorium untuk kelas X MIPA pada mata pelajaran kimia. Media ini diharapkan dapat menampilkan gambaran reaksi ionisasi yang lebih jelas dan memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri sehingga dapat meningkatkan prestasi belajar mereka.

METODE

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan multimedia interaktif virtual laboratorium yang efektif dan layak untuk meningkatkan kemandirian dan prestasi belajar siswa. Metode penelitian merupakan suatu proses ilmiah yang digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data dengan tujuan tertentu dan untuk memperoleh manfaat yang spesifik Sugiyono (2018). Dalam penelitian ini, digunakan metode deskriptif untuk memperoleh informasi tentang variabel-variabel secara terpisah, baik itu satu variabel atau lebih yang tidak berkaitan satu sama lain, tanpa melakukan perbandingan atau menemukan hubungan antar variabel. Sugiyono (2015). Penelitian yang dilakukan untuk pengembangan multimedia interaktif virtual laboratorium ini menggunakan jenis penelitian *research and development* dengan model ADDIE. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan produk yang dapat meningkatkan prestasi belajar siswa melalui pengujian kelayakan. Penelitian ini berfokus pada mata pelajaran Kimia di kelas X MIPA di SMAN 4 dan SMAN 7 di kota Bengkulu pada materi daya hantar listrik. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi Pribadi (2014). Kelima tahapan dalam model ADDIE harus dilakukan dengan cara yang terorganisir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penyelidikan awal, peneliti merancang sebuah multimedia interaktif dalam bentuk laboratorium virtual yang dapat membantu siswa dalam melakukan praktikum dan meningkatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan mereka. Setelah proses pengembangan, desain tersebut diuji kelayakannya oleh ahli dan diimplementasikan pada siswa kelas X MIPA. Temuan sebelumnya oleh Sudana dan subagia (2022) juga mengenai pengembangan laboratorium virtual terintegrasi LMS MOODLE untuk meningkatkan prestasi belajar siswa pada mata pelajaran Fisika kelas XI SMA.

Hasil dari pengembangan multimedia interaktif virtual laboratorium meliputi berbagai bagian seperti halaman awal, halaman menu utama pembelajaran, panduan penggunaan menu pembelajaran, halaman kompetensi, halaman materi, halaman evaluasi, halaman referensi, halaman informasi pengembang, panduan penggunaan menu praktikum, halaman praktikum, dan halaman animasi praktikum..



Gambar 2. Halaman Awal Multimedia

Gambar 2 menunjukkan tampilan awal dari multimedia interaktif virtual laboratorium yang dikembangkan pada penelitian ini. Tampilan ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu nama produk multimedia, animasi yang menggambarkan isi produk, dan navigasi yang menyediakan tautan ke bagian pembelajaran dan praktikum dari produk tersebut. Di samping itu, tombol navigasi exit juga disediakan untuk memudahkan pengguna

keluar dari produk.



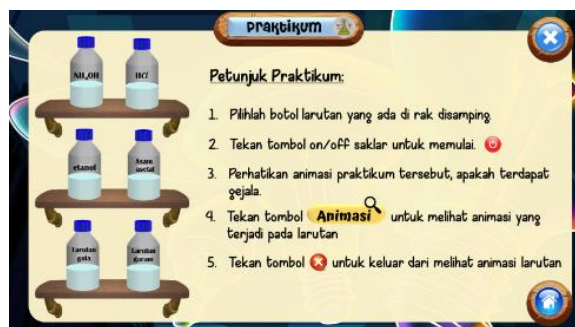
Gambar 3. Halaman menu utama untuk belajar

Gambar 3 menampilkan halaman utama multimedia interaktif virtual laboratorium yang digunakan sebagai sarana belajar. Halaman ini menampilkan beberapa elemen penting yang dirancang untuk memberikan pengalaman pengguna yang interaktif dan informatif, seperti logo Universitas Bengkulu, nama produk, judul materi yang sedang dipelajari, dan menu navigasi yang dapat membantu pengguna dalam memperoleh informasi dari berbagai bagian produk.

Multimedia interaktif dilengkapi dengan halaman petunjuk untuk konten belajar dan praktikum. Halaman petunjuk untuk konten belajar bertujuan memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami tentang penggunaan dan menjelajahi multimedia interaktif virtual laboratorium. Beberapa elemen yang terdapat di halaman petunjuk antara lain instruksi penggunaan dan navigasi produk, serta penjelasan tentang ikon, menu, dan tombol yang digunakan dalam produk. Halaman petunjuk untuk konten belajar dapat dilihat pada gambar 4.

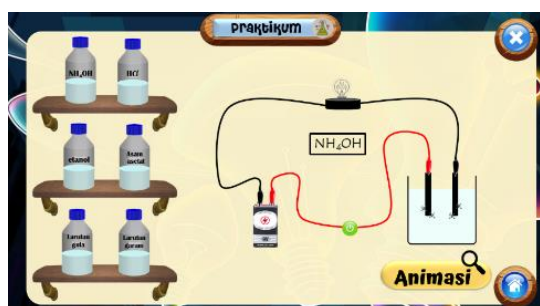


Gambar 4. Petunjuk penggunaan menu belajar



Gambar 5. Petunjuk penggunaan menu praktikum

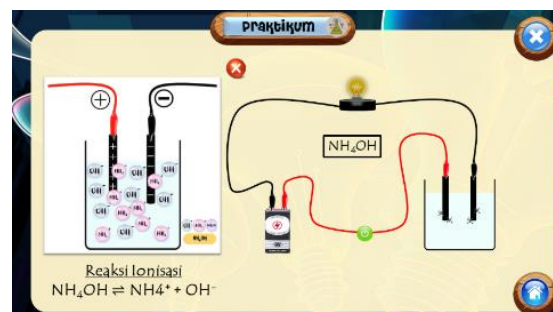
Pada multimedia interaktif ini, terdapat halaman petunjuk penggunaan menu praktikum yang berisi informasi tentang cara menggunakan dan menjelajahi praktikum yang ada di dalamnya. Halaman ini bertujuan untuk memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami bagi pengguna mengenai penggunaan praktikum pada multimedia interaktif virtual laboratorium. Beberapa elemen yang terdapat di halaman menu praktikum pada multimedia interaktif adalah petunjuk penggunaan praktikum dan navigasi yang terdapat pada botol yang diletakkan di rak sebelah kiri. Di bagian ini juga terdapat penjelasan tentang ikon, menu, dan tombol yang digunakan pada produk ini. Halaman petunjuk penggunaan menu praktikum ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 6. Halaman praktikum

Gambar 6 menampilkan halaman praktikum pada multimedia interaktif virtual laboratorium yang dirancang dengan animasi praktikum yang menyerupai situasi di dunia nyata. Selain itu, tombol navigasi tersedia untuk memudahkan pengguna terhubung

dengan bagian-bagian praktikum lainnya. Halaman praktikum ini bertujuan memberikan pengalaman belajar interaktif dan informatif bagi pengguna, serta memfasilitasi peserta didik untuk melakukan praktikum secara mandiri.



Gambar 7. Halaman animasi praktikum

Multimedia interaktif virtual laboratorium memiliki halaman animasi yang dirancang untuk mengatasi permasalahan dalam pembelajaran, yaitu penggambaran reaksi ionisasi yang terjadi saat praktikum. Halaman animasi praktikum ini menyajikan penjelasan melalui animasi yang terhubung dengan tombol navigasi untuk kembali ke tempat praktikum. Tujuannya adalah untuk memberikan penjelasan pembelajaran yang bersifat mikroskopis. Halaman animasi praktikum pada multimedia ini dapat dilihat pada gambar 7.

Multimedia interaktif virtual laboratorium merupakan sumber belajar yang praktis dan memenuhi kriteria praktikalitas dalam pembelajaran karena mudah digunakan oleh siswa. Terdapat petunjuk penggunaan yang jelas pada multimedia interaktif virtual laboratorium sehingga siswa tidak kesulitan saat melakukan kegiatan belajar. Dalam penggunaannya, multimedia interaktif virtual laboratorium dapat membantu siswa dalam memahami materi pelajaran dan mengembangkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang dibutuhkan. Dalam pemilihan media pembelajaran, seorang guru harus mempertimbangkan prinsip-prinsip yang berlaku, salah satunya adalah memilih media yang benar-benar dapat diterapkan

dalam pembelajaran. Hal ini akan membantu meningkatkan kualitas pembelajaran yang dilakukan oleh siswa Rusman (2018). Guru memilih media pembelajaran dengan alasan active learning agar siswa dapat berpartisipasi secara aktif dan terlibat dalam pembelajaran baik secara fisik, mental, maupun emosional Susilana dan riyana (2017).

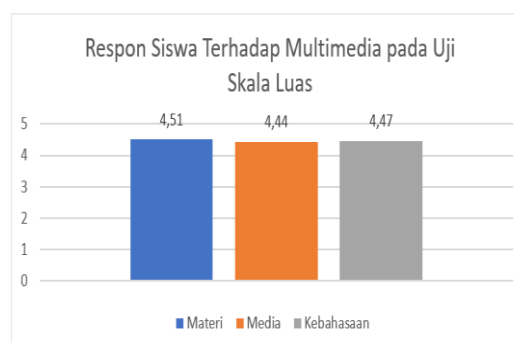
Berdasarkan hasil penelitian pengembangan multimedia interaktif virtual laboratorium, disimpulkan bahwa media ini efektif dalam meningkatkan prestasi belajar siswa. Hasil validasi oleh ahli menunjukkan nilai rata-rata secara keseluruhan adalah 3,95 dengan kategori "sangat layak digunakan" sebagai media pembelajaran. Informasi lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 1 yang terlampir di bawah ini.

Tabel 1. Penilaian Akhir Produk Multimedia Interaktif

N o	Validat or	Rata- rata Skor Penilaian	Nilai	Kategori
1	Dosen Ahli I	4	A	Sangat Layak
2	Dosen Ahli II	3,86	A	Sangat Layak
3	Guru Kimia	4	A	Sangat Layak
Penilaian akhir produk		3,95	A	Sangat Layak

Salah satu faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam mengevaluasi kelayakan media adalah perhatian terhadap hubungan antara kompetensi dasar dan indikator pembelajaran. Selain itu, validitas produk juga terjamin karena selama proses perancangan, didasarkan pada panduan yang tercantum dalam buku multimedia pembelajaran interaktif Dwiningsih, dan Rahma (2018). Menurut

Surjono (2017) dalam bukunya, ada tiga kriteria aspek yang harus dipenuhi oleh multimedia interaktif dalam pembelajaran, yaitu isi, instruksional, dan tampil. Hasil penilaian rata-rata respons siswa terhadap multimedia interaktif virtual laboratorium dalam keseluruhan mencapai 4,47, yang setara dengan kategori "sangat baik" dengan nilai A. Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa multimedia interaktif virtual laboratorium efektif digunakan dalam pembelajaran kimia dengan materi daya hantar listrik. Gambar 8 mengilustrasikan respons siswa terhadap alat ini.



Gambar 8. Respon Siswa Terhadap Multimedia pada Uji Skala Luas

Pada penelitian ini, dilakukan uji coba terbatas dan uji skala luas untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan multimedia interaktif virtual laboratorium dalam meningkatkan kemandirian dan prestasi belajar siswa. Pada uji coba terbatas, sebanyak 20 siswa kelas eksperimen menggunakan multimedia interaktif virtual laboratorium, sedangkan 20 siswa kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Hasilnya menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok dengan nilai Sig (2-tailed) sebesar 0,001. Rata-rata nilai post-test kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol, sehingga dapat disimpulkan bahwa multimedia interaktif virtual laboratorium lebih efektif dalam meningkatkan prestasi belajar. Pada uji skala luas, terdapat 30 siswa kelas eksperimen dan 30 siswa kelas

kontrol yang juga menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai Sig (2-tailed) sebesar 0,005. Nilai rata-rata post-test dari kelompok siswa yang menggunakan multimedia interaktif virtual laboratorium dalam kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional dalam kelas kontrol, menunjukkan bahwa alat tersebut tetap efektif dalam meningkatkan prestasi belajar. Pernyataan tersebut sama dengan hasil penelitian Purwandari (2019) yang menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual secara efektif meningkatkan motivasi dan hasil belajar kognitif siswa serta mudah digunakan.

Berdasarkan hasil uji coba terbatas dan skala luas, dapat disimpulkan bahwa multimedia interaktif virtual laboratorium dapat meningkatkan prestasi belajar siswa. Pada uji coba terbatas, 20 siswa dari X MIPA 1 SMAN 4 Kota Bengkulu menggunakan multimedia interaktif virtual laboratorium sebagai kelompok eksperimen, sedangkan 20 siswa dari X MIPA 2 SMAN 4 Kota Bengkulu menggunakan pembelajaran konvensional sebagai kelompok kontrol. Hasil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam rata-rata hasil belajar antara kedua kelompok siswa. Pada uji skala luas, 30 siswa dari X MIPA 5 SMAN 4 digunakan sebagai kelompok eksperimen, sementara 30 siswa dari X MIPA 3 SMAN 7 digunakan sebagai kelompok kontrol. Hasil menunjukkan bahwa multimedia interaktif virtual laboratorium lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Hal ini konsisten dengan penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Purwandari (2019), yang menunjukkan bahwa penggunaan virtual laboratory efektif dalam meningkatkan motivasi dan hasil belajar kognitif peserta didik. Dengan demikian, dapat disarikan bahwa

multimedia interaktif virtual laboratorium lebih efektif dalam meningkatkan prestasi belajar siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Penemuan ini konsisten dengan penelitian Sudana (2022) tentang pengembangan laboratorium maya interaktif terintegrasi LMS MOODLE pada pembelajaran fisika SMA, di mana laboratorium maya tersebut terbukti efektif meningkatkan hasil belajar siswa di kelas XI SMA. Studi sebelumnya juga menunjukkan kesesuaian dengan penelitian yang dilakukan oleh Clark et al. (2014) dalam sebuah jurnal yang mengevaluasi kemampuan mahasiswa dalam memahami konsep termodinamika melalui serangkaian pertanyaan dan pengamatan sebelum dan selama pembelajaran.

Tabel 2. Hasil Observasi Kemandirian Belajar Siswa Uji Coba Terbatas

Persentase kemandirian saat awal (%)	Aspek Kemandirian Belajar	Persentase kemandirian saat akhir (%)
75%	Motivasi belajar	85%
73%	Penggunaan sumber	88%
67%	Tempo dan irama belajar	87%
73%	Cara Belajar	85%
67%	Evaluasi	80%
72%	Kemampuan refleksi	92%
71%	Rata-rata Kemandirian Belajar	86%

Peningkatan kemandirian belajar sebesar 15%

Menurut hasil uji coba terbatas dan uji skala luas, multimedia interaktif virtual laboratorium dapat meningkatkan kemandirian belajar siswa secara signifikan. Uji coba terbatas dilakukan pada 20 siswa dari kelas X MIPA 1 di SMAN 4

Kota Bengkulu, yang menunjukkan peningkatan kemandirian belajar siswa sebesar 15%, terlihat pada tabel 2 di atas. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara saat awal penggunaan produk dengan saat akhir, dengan nilai t hitung 6,029 dan t tabel 1,729. Studi ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sudirman (2020) yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pembelajaran efektif dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa.

Tabel 3. Persentase Hasil Observasi Kemandirian Uji Skala Luas

Persentase kemandirian saat awal (%)	Aspek Kemandirian Belajar	Persentase kemandirian saat akhir (%)
72%	Motivasi belajar	90%
73%	Penggunaan sumber	88%
59%	Tempo dan irama belajar	81%
69%	Cara Belajar	87%
62%	Evaluasi	89%
71%	Kemampuan refleksi	84%
68%	Rata-rata Kemandirian Belajar	86%
Peningkatan kemandirian belajar sebesar 18%		

Pada uji skala luas yang melibatkan 30 siswa kelas X MIPA 5 di SMAN 4, didapatkan peningkatan kemandirian belajar siswa sebesar 18%, terlihat pada tabel 2 di atas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif virtual laboratorium meningkatkan kemandirian belajar siswa secara signifikan, dengan nilai t hitung 13,749 dan t tabel 1,699. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap kemandirian belajar

pada awal dan akhir penggunaan multimedia interaktif virtual laboratorium. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan multimedia interaktif virtual laboratorium efektif dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa secara signifikan.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diambil disimpulkan bahwa: (1) Pengembangan multimedia interaktif virtual laboratorium kimia pada kelas X MIPA dengan materi daya hantar listrik ini menggunakan model pengembangan ADDIE, (2) Pengembangan multimedia interaktif virtual laboratorium telah dianggap layak untuk meningkatkan kemampuan belajar mandiri dan prestasi siswa kelas X SMA di Kota Bengkulu, (3) Multimedia interaktif virtual laboratorium yang dikembangkan ini efektif dalam meningkatkan kemandirian dan prestasi belajar siswa kelas X MIPA di Kota Bengkulu.

Saran

saran yang dapat diberikan: (1) guru dapat mengimplementasikan penggunaan multimedia interaktif dalam proses pembelajaran, dengan guru perlu memahami karakteristik siswa dan materi pelajaran yang diajarkan sehingga multimedia interaktif yang digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan siswa, (2) Siswa dapat memanfaatkan multimedia interaktif sebagai sumber belajar yang efektif dengan cara memperhatikan isi multimedia secara seksama, mencatat poin-poin penting, dan mempraktikkannya dalam kehidupan sehari-hari, (3) Peneliti perlu terus melakukan riset dan pengembangan terkait multimedia interaktif virtual laboratorium dalam pembelajaran untuk mengoptimalkan penggunaannya dan meningkatkan kemandirian dan prestasi

belajar

DAFTAR PUSTAKA

- Dwiningsih, K. S. M. and Rahma, P. T. 2018. "Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Menggunakan Media Laboratorium Virtual berdasarkan Paradigma Pembelajaran di era global," *Kwangsan jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 6, no. 2, p. 156, 2018.
- Meyer R. R. and Hendrian Y., 2020. "Aplikasi Chemical Virtual Lab dengan Menggunakan Bahasa pemrograman Java serta Mengimplementasi JavaFX," *Infortech*, vol. 2, no. 1, pp. 60-61, 2020
- Peffer, M. E, M. L. Beckler, C. Schunn, M. Renken and A. Revak, 2015. "Science Classroom Inquiry (SCI) Simulations: A. Novel Method to Scaffold Learning," *PLoS ONE*, vol. 10, no. 3, p. <https://doi.org/10.1371/Journal.pone.0120638>, 2015
- Pribadi, B. A. 2014. Desain dan Pengembangan Program Pelatihan Berbasis Kompetensi Implementasi Model ADDIE, Jakarta: Pernada Media Group
- Rusman, 2018. Model-model Pembelajaran, Depok: Raja Grafindo Persada
- Sudana, K. Suma and Subagia, I. 2022. Pengembangan Laboratorium Maya Interaktif Terintegrasi LMS Platform Moodle pada Pembelajaran Fisika SMA," *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, vol. 12, no. 3, p. 112, 2022.
- Sugiyono, 2015. Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods), Bandung: Alfabeta
- Sugiyono, 2018. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Bandung: Alfabeta
- Surjono, H. D. 2017 Multimedia Pembelajaran Interaktif: Konsep dan Pengembangan, Yogyakarta: UNY Press
- Susilana R. and Riyana, C. 2017. Media Pembelajaran (Hakikat, Pengembangan, pemanfaatan dan penilaian), Bandung: CV Wacana Prima
- Sutirna, 2013 Perkembangan dan Pertumbuhan Peserta Didik, Yogyakarta: Andi Offset
- Tegeh, M. I. N. Jampel and Pudjawan, K. 2014. Modek Penelitian Pengembangan, Yogyakarta: Graha ilmu
- Wijaya, E. Y. D. A. Sudjimat and Nyoto, A. 2016. "Transformasi Pendidikan Abad 21 sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global," *Universitas Kejuruan Malang*, vol. 1, no. 1, p. 264, 2016.