



## Pengembangan Virtual Laboratory sebagai Suplemen Praktikum Mikrobiologi

Dewi Jumiarni<sup>1\*</sup>, Rendi Zulni Ekaputri<sup>1</sup>, Refky Rahma Hidayat<sup>1</sup>, Mimi Halimah<sup>2</sup>, Sri Irawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi S-1 Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi S-1 Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pasundan, Indonesia

\*Email: [dewij@unib.ac.id](mailto:dewij@unib.ac.id)

Info Artikel	Abstrak
Diterima: 14 Mei 2024 Direvisi: 15 Mei 2024 Diterima untuk diterbitkan: 31 Mei 2024	Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan <i>virtual laboratory</i> yang layak untuk pembelajaran Mikrobiologi. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan ( <i>Research and Development</i> ) dengan menggunakan metode ADDIE, yang terdiri dari lima fase yaitu: <i>Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate</i> . Subjek dalam penelitian ini merupakan mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Bengkulu yang sedang mengambil matakuliah mikrobiologi sebanyak 20 orang untuk uji kepraktisan. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik wawancara dan angket. Instrumen yang digunakan yaitu lembar wawancara dan lembar angket. Data hasil validasi kelayakan dan uji kepraktisan dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil uji validasi oleh validator menunjukkan bahwa produk <i>virtual laboratory</i> yang dikembangkan diperoleh skor 95,45% dari ahli materi, dan skor 91,67 % dari ahli media. Hasil uji kepraktisan menunjukkan persentase sebesar 92,14% dengan kriteria sangat praktis. Disimpulkan bahwa <i>virtual laboratory</i> mikrobiologi yang dikembangkan layak untuk digunakan sebagai suplemen praktikum mikrobiologi.
<b>Keywords:</b> <i>Mikrobiologi, Praktikum, Virtual Laboratory</i>	

© 2024 Dwvi Jumiarni. This is an open-access article under the CC-BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

## PENDAHULUAN

Mikrobiologi merupakan ilmu yang mempelajari objek makhluk hidup yang tidak kasat mata (mikroskopis), sehingga sering dianggap sebagai pembelajaran yang abstrak. Untuk memahami materi, mata kuliah mikrobiologi harus disertai dengan pembelajaran dan pengamatan di laboratorium sehingga menjadi pengalaman konkret. Menurut Rowe *et al.*, (2018), pengalaman laboratorium penting untuk memberikan siswa kesempatan untuk memanipulasi bahan dan peralatan secara langsung untuk mempelajari teknik (keterampilan praktis) dari memperoleh data, serta metode desain eksperimental, analisis/evaluasi dan pemecahan masalah, dan hasil yang lebih luas



dari memperkuat pengetahuan konseptual dan meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah.

Namun, beberapa kasus pembelajaran mikrobiologi memiliki keterbatasan, seperti keterbatasan biaya, peralatan laboratorium, dan kondisi pandemi (Aripin & Suryaningsih, 2021). Hal tersebut menyebabkan praktikum di laboratorium tidak bisa dilakukan, sehingga proses pembelajaran menjadi kurang optimal. Selain itu perkembangan pembelajaran online yang pesat menyebabkan dosen harus beradaptasi dengan pembelajaran jarak jauh atau pembelajaran secara online. Oleh karena itu dosen perlu melakukan strategi khusus agar mahasiswa dapat memahami materi prosedural dalam mikrobiologi seperti materi sterilisasi, teknik isolasi, teknik inokulasi, pewarnaan, pengamatan morfologi sel bakteri, dan lain-lain. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi keterbatasan pemahaman mahasiswa terhadap prosedur percobaan laboratorium adalah dengan mengembangkan sebuah media pembelajaran yang dapat memberikan gambaran atau simulasi kegiatan praktikum secara interaktif.

Perkembangan teknologi jaringan komputer dan teknologi multimedia telah mendorong penggunaan laboratorium virtual ke dalam pengajaran biologi. Pengajaran tambahan virtual digunakan untuk melengkapi pengajaran reguler, dan interaksi serta interaksi manusia-komputer telah menjadi arah baru dalam reformasi pengajaran saat ini. Hal ini menunjukkan bahwa laboratorium virtual yang dikembangkan mempunyai potensi untuk mendukung pembelajaran praktikum online, dan penggambaran secara makroskopis, submikroskopik, dan simbolik pada laboratorium virtual dapat membantu proses penerimaan informasi oleh mahasiswa (Guo, 2018).

*Virtual Laboratory* merupakan multimedia interaktif berbentuk simulasi, eksperimen dan atau animasi untuk mensimulasikan kegiatan seperti di laboratorium sesungguhnya (Aripin & Suryaningsih, 2021). Penggunaan *virtual laboratory* dapat mengatasi keterbatasan fisik dari laboratorium konvensional dengan menjadikan lingkungan siswa berada untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran dan mengeksplorasi materi biologi secara virtual dimana saja dan kapan saja (Sari et al., 2022).

Para peneliti telah menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat membantu membuat konsep sains secara umum dan biologi pada khususnya menjadi lebih konkrit dan bermakna bagi siswa tanpa memerlukan peralatan yang rumit dan mahal (Byukusenge & Tarmo, 2022). Manfaat lain dari virtual laboratory biologi yaitu siswa mendapatkan pengalaman nyata dalam mempelajari ilmu pengetahuan alam. Simulasi eksperimen dibuat sama seperti praktikum sebenarnya. Manfaat lain yang dirasakan dengan hadirnya *virtual laboratory* biologi yaitu mahasiswa dapat merasakan sensasi praktikum konvensional tanpa perlu melakukan praktikum konvensional atau kerja praktek secara langsung. Namun masih banyak sekolah yang belum memanfaatkannya *virtual laboratory* Biologi dalam proses pembelajaran (Saputri & Saifuddin, 2021).

Pemanfaatan aplikasi *virtual laboratory* menjadikan pembelajaran lebih menarik, interaktif, efektif, efisien, pembelajaran dapat terjadi dimana saja dan kapan saja. *Virtual laboratory* menyederhanakan proses kompleks menjadi proses sederhana, memvisualisasikan objek abstrak menjadi kenyataan, dan mengurangi risiko bahaya dalam perimen ilmu pengetahuan dan teknologi. Selain itu, laboratorium virtual dengan simulasi interaktif dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan pemecahan masalah, meningkatkan makna dari apa yang dipelajari, dan memberikan konteks nyata pembelajaran dengan kondisi nyata (Sriadi et al., 2022).

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai *virtual laboratory* dalam pembelajaran, diantaranya yaitu pada materi Pencemaran Air untuk siswa SMP (Permanasari & Setiawan, 2016), materi Pembiakan Bakteri, Perhitungan Koloni dan Pewarnaan Gram untuk siswa SMP (Aripin & Suryaningsih, 2021), materi Suhu dan Kalor untuk siswa SMP (Hermana et al., 2022), dan materi Penanaman dan Pewarnaan Bakteri untuk siswa SMA (Sugiarti et al., 2022). Namun pengembangan media ajar *virtual laboratory* pada penelitian-penelitian ini dilakukan untuk pembelajaran siswa di sekolah, dan belum ada penelitian pada materi Sterilisasi dan Isolasi Mikroorganisme untuk pembelajaran di perguruan tinggi. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan *virtual laboratory* mikrobiologi materi Sterilisasi dan Isolasi Mikroorganisme yang layak untuk digunakan dalam pembelajaran Mikrobiologi.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan metode ADDIE, yang terdiri dari lima fase yaitu: *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement*, dan *Evaluate*. Namun pada penelitian dibatasi hingga tahap *Develop*. Subjek dalam penelitian ini merupakan mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Bengkulu yang sedang mengambil matakuliah mikrobiologi sebanyak 20 orang untuk uji kepraktisan. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik wawancara dan angket. Instrumen yang digunakan yaitu lembar wawancara untuk memperoleh data kebutuhan media ajar, dan lembar angket untuk validasi kelayakan virtual laboratory yang dikembangkan. Data hasil validasi kelayakan dan uji kepraktisan dianalisis secara deskriptif kualitatif. Skor yang didapat dari hasil validasi diinterpretasikan seperti Tabel 1, sedangkan hasil uji kepraktisan diinterpretasikan seperti Tabel 2.

**Tabel 1**

### Kriteria Kelayakan dan Keputusan Uji

Skala Nilai (%)	Keterangan	Keputusan Uji
86-100	Sangat valid	Sangat layak dan tidak revisi jika mencapai 100%
71-85	Valid	Layak namun tetap dilakukan revisi kecil
56-70	Cukup valid	Cukup layak dan perlu revisi besar
41-55	Kurang valid	Kurang layak dan perlu revisi besar
25-20	Sangat kurang valid	Tidak layak dan perlu revisi besar

**Tabel 2**

### Kriteria Kepraktisan

Skor (%)	Kriteria
85 – 100	Sangat praktis
70 - 84	Praktis
55 - 69	Cukup praktis
40 - 54	Kurang praktis
0 - 35	Tidak praktis

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan virtual laboratory mikrobiologi ini dilakukan menggunakan model pengembangan ADDIE, diperoleh hasil sebagai berikut :

### 1. *Analyze*

Pada fase *Analyze* dilakukan analisis kurikulum, capaian pembelajaran, karakteristik mahasiswa, dan analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui permasalahan dalam proses pembelajaran yang selama ini dilakukan dan kebutuhan media pembelajaran pada matakuliah Mikrobiologi. Analisis kebutuhan ini dilakukan melalui wawancara kepada dosen pengampu matakuliah mikrobiologi dan mahasiswa yang telah mengambil matakuliah mikrobiologi. Hasil wawancara menunjukkan bahwa dosen telah menggunakan bahan ajar dan media pembelajaran yang variatif pada matakuliah mikrobiologi, namun tidak dapat memfasilitasi pemahaman mahasiswa pada pengetahuan procedural praktikum. Selain itu waktu pelaksanaan praktikum mikrobiologi di laboratorium terbatas, sehingga mahasiswa membutuhkan media pembelajaran tambahan untuk membantu belajar secara mandiri. Media pembelajaran yang dibutuhkan adalah media yang praktis, mudah digunakan, dan dapat disimulasikan seperti praktikum di laboratorium sesungguhnya.

### 2. *Design*

Pada fase *Design* dihasilkan rancangan desain format berupa *story board* yang berisi rencana tampilan *virtual laboratory*, dan desain konten berisi materi pembelajaran yaitu materi sterilisasi dan isolasi mikroorganisme.

### 3. Develop

Pada fase *Develop*, desain *virtual laboratory* yang telah disusun selanjutnya dikembangkan menjadi aplikasi *virtual laboratory* menggunakan software *articulate storyline 3*. *Virtual laboratory* yang dikembangkan terdiri dari 7 menu, yaitu Halaman Identitas, Petunjuk Penggunaan, Pendahuluan, Materi (Sterilisasi dan Isolasi Mikroorganisme), Percobaan, Kuis, dan Tentang Pengembang (Gambar 1).



Gambar 1. Desain virtual laboratory Mikrobiologi

Produk yang telah dikembangkan diuji kelayakannya oleh validator ahli materi dan validator ahli media berdasarkan tampilan, isi dan kepraktisan. Hasil uji validasi oleh validator menunjukkan bahwa produk *virtual laboratory* yang dikembangkan memperoleh skor penilaian 95,45% dari ahli materi berdasarkan aspek penyajian materi, isi, dan bahasa. Sedangkan dari ahli media memperoleh skor penilaian 91,67 % berdasarkan aspek kualitas teknis (rekayasa perangkat lunak), tampilan program, dan bahasa. Masing-masing penilaian dengan kriteria sangat layak dengan sedikit revisi (Tabel 3).

**Tabel 3**

Hasil Validasi Kelayakan

Validator	Persentase skor (%)	Kriteria
Ahli materi	95,45	Sangat layak
Ahli media	91,67	Sangat layak

Berdasarkan penilaian validator ahli materi, terdapat saran ahli untuk memperjelas tujuan pembelajaran lebih spesifik sesuai dengan kegiatan pembelajaran, memperdalam materi dengan menambahkan penjelasan mengenai autoclave, dan menggunakan foto-foto alat laboratorium sesuai dengan yang tersedia di laboratorium. Pendalaman materi mengenai autoclave akan memperjelas visualisasi praktikum yang disimulasikan di *virtual laboratory* sehingga akan meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa. Penggunaan objek tiga dimensi merupakan representasi lingkungan laboratorium yang realistis namun disederhanakan, sehingga menjadikan pengalaman virtual sebagai kesempatan yang bermakna bagi mahasiswa untuk membiasakan diri dengan teknik laboratorium dengan cara sederhana. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yuniarti et al., (2012) bahwa *virtual laboratory* dapat meningkatkan motivasi belajar, meningkatkan penggunaan teknologi dan informasi, memperkuat teori, dan akan meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Berdasarkan penilaian validator ahli media, terdapat saran ahli untuk menambahkan narasi suara untuk menjelaskan materi, mempersingkat waktu tunggu pada saat simulasi percobaan sterilisasi menggunakan autoclave, mempermudah akses *virtual laboratory*. Atas saran validator ahli tersebut, maka dilakukan revisi dengan menambahkan narasi penjelasan materi dengan audio, mempersingkat waktu tunggu pada simulasi sterilisasi autoclave dari 30 detik menjadi 10 detik, dan menyajikan *virtual laboratory* dalam dua format, yaitu aplikasi dan web agar lebih mudah diakses mahasiswa.

Audio berperan penting dalam *virtual laboratory*, antara lain dalam penyampaian informasi dan untuk meningkatkan pembelajaran. Penyampaian informasi berupa audio akan memberikan informasi secara akurat dalam *virtual laboratory*, karena kebisingan atau gangguan dapat menyebabkan data yang salah (Andika et al., 2021). Selain itu laboratorium virtual dengan kemampuan audiovisual dapat meningkatkan pemahaman dan analisis konsep teknis, mengimbangi kekurangan peralatan fisik dan meningkatkan kinerja siswa (Amirkhani & Nahvi, 2018).

Penyajian *virtual laboratory* berupa aplikasi dan web dapat dimungkinkan karena *virtual laboratory* ini didesain menggunakan software articulate storyline 3. Software ini digunakan karena memungkinkan pembuatan konten pembelajaran dengan menggabungkan elemen seperti teks, gambar, grafik, audio dan video dalam format interaktif. Hasil akhir pengembangan dengan *Articulate Storyline* dapat berupa halaman web HTML dan dapat dijadikan aplikasi yang dapat diakses melalui laptop, smartphone, dan tablet (Sapitri & Bentri, 2020).

Uji kepraktisan produk dilakukan pada 20 mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi. Hasil uji kepraktisan menunjukkan persentase skor sebesar 92,14% dengan kriteria sangat praktis, ditinjau dari aspek kemudahan dalam penggunaan, kejelasan bahan ajar, dan kemenarikan. Skor penilaian tertinggi adalah aspek kemenarikan dengan kriteria sangat baik, sedangkan persentase terendah pada aspek kemudahan dalam penggunaan dengan kriteria baik. *Virtual laboratory* ini dinilai menarik bagi mahasiswa karena simulasi praktikum yang dilakukan sama dengan praktikum yang sesungguhnya di laboratorium dan penggunaannya seperti bermain game di gadget, sehingga tanpa disadari akan menambah pemahaman mahasiswa mengenai materi mikrobiologi yang sedang dipelajari.

Penggunaan *virtual laboratory* telah menjadikan kegiatan praktikum mikrobiologi tidak hanya dapat dilaksanakan secara konvensional saja, namun juga secara virtual. Meskipun demikian, *virtual laboratory* sejatinya tidak dapat menggantikan peranan laboratorium konvensional, namun *virtual laboratory* dapat menjawab tantangan pembelajaran di era kemajuan teknologi dan informasi, mengoptimalkan proses pembelajaran secara offline maupun online, dan dapat digunakan untuk mendukung serta melengkapi kekurangan peralatan laboratorium.

## KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan *virtual laboratory* Sterilisasi dan Isolasi Mikroorganisme yang layak digunakan pada pembelajaran mikrobiologi. Uji kelayakan oleh validator ahli materi memperoleh skor 95,45% dengan kategori sangat layak, sedangkan dari validator ahli media memperoleh skor 91,67% dengan kategori sangat layak. Uji kepraktisan produk memperoleh skor 92,14% dengan kriteria sangat praktis.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu atas pendanaan penelitian ini melalui hibah penelitian penelitian peningkatan kualitas pembelajaran tahun 2021.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amirkhani, S., & Nahvi, A. L. I. (2018). Design and Implementation of an Interactive Virtual Control Laboratory Using Haptic Interface for Undergraduate Engineering Students. *Computer Applications in Engineering Education*, March 2016. <https://doi.org/10.1002/cae.21727>
- Aripin, I., & Suryaningsih, Y. (2021a). Implementasi Virtual Laboratory BTEM Berbasis Android Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Educatio*, 7(3), 583–591. <https://doi.org/10.31949/educatio.v7i3.1113>
- Aripin, I., & Suryaningsih, Y. (2021b). The development of prototype virtual laboratory through biology , technology , engineering , and The development of prototype virtual laboratory through biology , technology , engineering , and mathematics ( BTEM ). *Journal of Physics: Conference Series*, 1806. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012171>
- Byukusenge, C., & Tarmo, A. P. (2022). Effectiveness of Virtual Laboratories in Teaching and Learning Biology : A Review of Literature. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Researc*, 21(6), 1–17.
- Guo, J. (2018). *Application of Virtual Laboratory in Biology Teaching*. *Iceemit*, 341–345.
- Hermana, A. H. D., Subekti, H., & Sabtiawan, W. B. (2022). IMPLEMENTASI LABORATORIUM VIRTUAL UNTUK MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMP DALAM PEMBELAJARAN IPA. *PENSA E-JURNAL : PENDIDIKAN SAINS*, 10(2), 233–239.
- Permanasari, A., & Setiawan, W. (2016). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia STEM VIRTUAL LAB : AN ALTERNATIVE PRACTICAL MEDIA TO*. 5(2), 239–246. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5492>
- Rheza Andika, F., Al Afif, A., & Wulandari, P. (2021). Design GUI Filter Infinite Impulse Response ( IIR ) for Noise Reduction while Real-Time Using Labview. *10th IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite, Comnetsat 2021 - Proceedings*, May, 269–273. <https://doi.org/10.1109/COMNETSAT53002.2021.9530789>
- Rowe, R. J., Koban, L., Davidoff, A. J., & Thompson, K. H. (2018). Efficacy of Online Laboratory Science Courses. *Journal of Formative Design in Learning*, 2(1), 56–67. <https://doi.org/10.1007/s41686-017-0014-0>
- Sapitri, D., & Bentri, A. (2020). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS APLIKASI ARTICULATE STORYLINE PADA MATA PELAJARAN EKONOMI. *Inovtech*, 02, 1–8. <https://doi.org/10.1007/XXXXXX-XX-0000-00>
- Saputri, E. Z., & Saifuddin, M. F. (2021). *Student Perception on Biology Subject Using Virtual Laboratory*. 4(2), 1–6.
- Sari, R. T., Angreni, S., & Salsa, F. J. (2022). *Pengembangan Virtual-Lab Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendahuluan*. 10(2), 391–402. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i2.23833>
- Sriadhi, S., Hamid, A., & Restu, R. (2022). *Development for Basic Practicums in Science and Technology*. 11(1), 396–402. <https://doi.org/10.18421/TEM111>
- Sugiarti, S., Effendi Hsb, M. H., & Muhammad, D. (2022). Pengembangan Laboratorium Virtual pada Materi Penanaman dan Pewarnaan Bakteri di SMA. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 10(1), 1–6. <https://doi.org/10.22437/jmpmipa.v10i1.20689>
- Yuniarti, F., Dewi, P., & Susanti, R. (2012). PENGEMBANGAN VIRTUAL LABORATORY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS KOMPUTER PADA MATERI PEMBIAKAN VIRUS. *Unnes Journal of Biology Education*, 1(1), 86–94