

## Pengembangan Media Virtual Laboratory Materi Virus untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa

<sup>1</sup> Yuli Wahyuni, <sup>2</sup> Emilia Umrotin, <sup>3</sup> Shidqi Hamdi Pratama P.  
<sup>1,2,3</sup> Sekolah Islam Shafta Surabaya

Alamat: Jl. Lontar Citra No. 177-B, Surabaya 60216

Korespondensi penulis: [yw03781@email.com](mailto:yw03781@email.com)

**Abstract.** *One of the materials in biology subjects is Virus where the material is abstract so it is difficult to understand by students and often when carrying out practicum in the laboratory also the results of studying on viral material are still much too low less than KKM which is 75. The purpose of this development research is to develop a virtual media laboratory viral material as a learning medium that facilitates teachers and students in the learning process that is expected to improve student learning outcomes. This research uses a type of R&D research with 4D models consisting of Define, Design, Develop, Disseminate in its development procedures. This research was conducted at SMA SHAfta Surabaya by grade 10 of 30 students. Virtual Media Laboratory consists of the design of learning media that will be developed in the form of story boards on Virus materials developed with Adobe Flash CS6 software. Based on the assessment of material experts, design experts, media experts in a row by 100% , 84.28%, 87.14% which is declared very valid means that new products can be used in the field for learning activities. The results of the field trial assessment of 98.33% are declared very valid meaning that new products can be used in the field for learning activities. There was an increase in students' learning outcomes which was known by comparing the pretest and posttest results of 46 and 85. The average improvement of student learning outcomes is 2.6 with high media effectiveness. In conclusion, virtual media laboratory can improve the learning outcomes of grade 10 students of SMA Shafta Surabaya on virus material.*

**Keywords:** *Laboratory, Virus Material, Learning Result*

Salah satu materi pada mata pelajaran biologi adalah Virus dimana materinya bersifat abstrak sehingga sulit dipahami oleh siswa dan seringkali pada saat melaksanakan praktikum di laboratorium juga hasil belajar pada materi virus masih jauh lebih rendah dibandingkan KKM yaitu 75 . Tujuan penelitian pengembangan ini adalah mengembangkan materi viral laboratorium media virtual sebagai media pembelajaran yang memudahkan guru dan siswa dalam proses pembelajaran yang diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian R&D dengan model 4D yang terdiri dari Define, Design, Develop, Disseminate dalam prosedur pengembangannya. Penelitian ini dilakukan di SMA SHAfta Surabaya oleh siswa kelas 10 yang berjumlah 30 siswa. Laboratorium Media Virtual terdiri dari perancangan media pembelajaran yang akan dikembangkan berupa storyboard pada materi Virus yang dikembangkan dengan software Adobe Flash CS6. Berdasarkan penilaian ahli materi, ahli desain, ahli media berturut-turut sebesar 100%, 84,28%, 87,14% yang dinyatakan sangat valid artinya produk baru dapat digunakan di lapangan untuk kegiatan pembelajaran. Hasil penilaian uji coba lapangan sebesar 98,33% dinyatakan sangat valid artinya produk baru dapat digunakan di lapangan untuk kegiatan pembelajaran. Terdapat peningkatan hasil belajar siswa yang diketahui dengan membandingkan hasil pretest dan posttest sebesar 46 dan 85. Rata-rata peningkatan hasil belajar siswa sebesar 2,6 dengan efektivitas media yang tinggi. Kesimpulannya laboratorium media virtual dapat meningkatkan hasil belajar siswa kelas 10 SMA Shafta Surabaya pada materi viral.

**Kata kunci:** Laboratorium Virtual, Materi Virus, Hasil Pembelajaran

### LATAR BELAKANG

Biologi adalah cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari fenomena alam melalui observasi, eksperimen, dan analisis rasional, serta fakta dan konsep yang dihasilkan melalui metode ilmiah (Ali, 2019; Suryanto, 2018). Langkah-langkah yang dilakukan dapat meliputi melakukan observasi, merumuskan pertanyaan, merumuskan hipotesis, melakukan percobaan, dan menarik kesimpulan. Biologi bukan hanya sekedar perolehan pengetahuan berupa fakta,

konsep, dan prinsip, tetapi juga merupakan proses penemuan. Melalui proses pembelajaran biologi, siswa diharapkan dapat berperan aktif selama proses pembelajaran, sehingga dapat menerapkan metode ilmiah, yaitu berupa proses yang mampu menghasilkan produk biologi.

Salah satu bahan materi pembelajaran biologi adalah virus. Materi virus merupakan materi kontekstual karena pembelajaran tersebut menghubungkan antara materi teoritik dengan kenyataan yang ada di dalam kehidupan sehari-hari (Darmawan & Nawawi, 2020). Melalui kegiatan tersebut siswa diharapkan mampu menemukan dan mengembangkan pengetahuan, serta keterampilan baru berdasarkan pengetahuannya sendiri. Namun siswa tidak dapat langsung mengetahui tanpa adanya bimbingan, karena sulitnya pembelajaran materi virus apabila harus menyajikan wujud konkrit dari materi itu sendiri. Oleh karena itu penting adanya media pembelajaran yang relevan agar dapat membantu siswa lebih mudah memahami dan menafsirkan pengetahuannya.

Selama proses kegiatan ilmiah, keberadaan laboratorium memegang peranan yang sangat penting. Oleh karena itu, guru biologi hendaknya mendorong siswanya untuk melakukan kegiatan pembelajaran di laboratorium. Akan tetapi, masalah yang terjadi pada siswa saat ini yaitu kurangnya minat membaca dan juga kurangnya fasilitas laboratorium yang memadai untuk mempelajari materi virus. Sehingga kegiatan sebenarnya yang dikerjakan di laboratorium tidak efisien untuk dilakukan. Selain itu, pertimbangan juga diberikan terhadap risiko kecelakaan selama kegiatan laboratorium.

Permasalahan lain yang muncul berdasarkan hasil wawancara di SMA Shafta Surabaya menunjukkan bahwa hasil belajar siswa masih cukup rendah, khususnya pada materi Virus yaitu dibawah KKM 75. Hal ini terjadi dikarenakan materi tersebut bersifat abstrak, sehingga siswa sulit memahami. Selain itu, kegiatan pembelajaran materi virus terbatas pada penjelasan konsep.

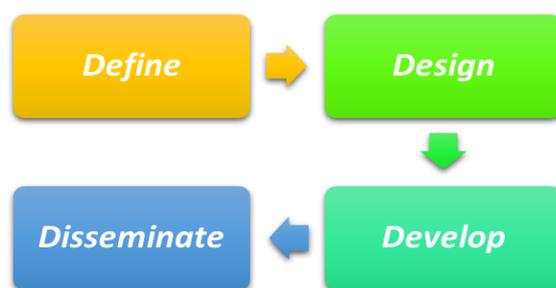
Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan adanya keterbaharuan penggunaan media pembelajaran. Media pembelajaran merupakan alat yang digunakan untuk menjelaskan fakta, konsep, prinsip, dan prosedur tertentu agar terkesan lebih realistis/konkret (Kustandi, 2020). Selain itu, media juga dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa (Hartini et al., 2019). Laboratorium virtual merupakan salah satu media yang dapat digunakan untuk pembelajaran biologi. Laboratorium virtual merupakan media interaktif yang mensimulasikan aktivitas laboratorium seolah-olah pengguna berada di laboratorium nyata (Chairani et al., 2019). Selain itu, virtual lab dapat menyelesaikan permasalahan pembelajaran dengan melakukan simulasi bahan ajar yang sulit ditangani dalam kehidupan nyata, misalnya bahan ajar dengan konsep dan mata pelajaran yang berbeda. Gambaran Umum. Selain itu,

laboratorium virtual juga dapat menarik perhatian siswa dan meningkatkan hasil belajar mereka (Chairani et al., 2019).

Berdasarkan hal tersebut perlu dikembangkan Virtual Laboratory pada materi Virus, sehingga dengan adanya inovasi keterbaharuan media pembelajaran tersebut, mampu mengatasi permasalahan pembelajaran biologi serta mampu meningkatkan hasil belajar siswa kelas X di SMA Shafta Surabaya.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan yang menghasilkan produk berupa media pembelajaran. Menurut Sugiyono (2013), *Research and Development* (R&D) merupakan jenis penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk. Penelitian pengembangan yang digunakan untuk menguji kevalidan dan kepraktisan produk yang telah dirancang sebelumnya. Rancangan penelitian pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan 4D yang terdiri dari empat tahap yakni: (1) define, (2) design, (3) develop dan (4) disseminate (Thiagarajan et al., 1974). Tahap define terdiri dari: (a) analisis awal-akhir, (b) analisis karakter siswa, (c) analisis konsep dan materi, (d) analisis tugas, serta (e) spesifikasi tujuan pembelajaran. Pada tahap pertama ini kegiatan pendefinisian dilakukan berdasarkan pada kurikulum yang ada dan karakter siswa. Materi virus dipilih dengan alasan bahwa materi ini bersifat abstrak dan susah dimengerti siswa. Tahap design terdiri dari: (a) pemilihan media, (b) pemilihan format, dan (c) rancangan awal. Tahap develop meliputi tahapan: (a) validasi ahli, (b) revisi, (c) uji coba terbatas, (d) Revisi berdasar uji coba terbatas, dan (e) uji coba lapangan. Tahap Disseminate dilakukan melalui penyebaran produk kepada pendidik di MGMP Surabaya sebagai pengguna.



**Gambar 1. Prosedur Penelitian pengembangan**

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Shafta Surabaya dan subyek ujicoba penelitian adalah uji coba ahli isi, desain, media, teman sejawat serta uji coba dengan jumlah peserta didik 31 orang yang dimulai dari analisis kebutuhan siswa dan guru, analisis karakteristik siswa

dan analisis kebutuhan kurikulum. Sasaran penelitian dalam pengembangan media pembelajaran ini menggunakan subjek uji coba yakni validasi ahli media dan ahli materi yaitu seorang pengawas dinas kota Surabaya yang mempunyai latar belakang sebagai pengawas satuan Pendidikan sub rayon 20 dan berpengalaman dalam menangani media dan materi pembelajaran, serta siswa SMA sebagai uji kepraktisan media pembelajaran. Desain uji coba ahli dimulai dengan menguji koefisien dengan ahli materi untuk menentukan apakah materi yang dikembangkan dalam media telah sesuai atau masih diperlukan modifikasi. Setelah mendapat hasil uji coba dari ahli materi, maka media pembelajaran diuji oleh ahli media untuk mengetahui apakah media yang dikembangkan sudah sesuai atau memerlukan modifikasi. Sedangkan desain uji kepraktisan yaitu dapat dilakukan melalui uji perseorangan pada 6 guru SMP Shafta Surabaya.

Data yang digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran meliputi data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif akan disajikan dalam bentuk tanggapan ahli media, ahli materi, dan guru. Sedangkan data kuantitatif diperoleh dari hasil evaluasi angket validasi oleh ahli materi, media, dan guru. Data kuantitatif menggunakan angket yang digunakan untuk mengukur kualitas teknis media pembelajaran berupa skor angket. Skor angket berupa penilaian untuk validasi ahli media, ahli materi dan guru dengan menghitung persentase jawaban. Rumus yang digunakan untuk menganalisis data validasi adalah sebagai berikut (Akbar, 2013) :

$$V = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\%$$

**Keterangan:**

V = Persentase kevalidan

Tse = Total skor empirik (skor pengisian angket validasi)

Tsh = Total skor maksimal (skor maksimal dari pengisian angket validasi)

**Tabel 1. Kriteria Validitas Materi**

Skala Persentase (%)	Kriteria Kevalidan	Keterangan
100	Sangat valid	Dapat digunakan tanpa revisi
85,00 ≤ 99	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi kecil
70,00 ≤ 85,00	Valid	Dapat digunakan namun perlu direvisi kecil
55,00 ≤ 70,00	Cukup valid	
40,00 ≤ 55,00	Tidak valid	Disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi
X ≤ 40,00	Sangat tidak valid	Disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar Tidak boleh digunakan

Sumber: (Sulisetijono, 2018)

Uji kepraktisan diperoleh dari data hasil angket respon mahasiswa yang dianalisis dengan menggunakan analisis persentase. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut (Akbar, 2013).

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

**Keterangan:**

P = Persentase kepraktisan

A = Jumlah skor total yang diperoleh

B = Total skor ideal (kriterium)

**Tabel 2. Kriteria Penilaian Hasil Uji Kepraktisan**

Skala persentase (%)	Keterangan	Keterangan
$85,00 \leq X$	Sangat praktis	Tidak revisi
$70,00 \leq 85,00$	Praktis	Tidak revisi
$55,00 \leq 70,00$	Cukup praktis	Tidak revisi
$40,00 \leq 55,00$	Tidak praktis	Revisi
$X \leq 40,00$	Sangat tidak praktis	Revisi

Sumber: (Sulisetijono, 2018)

Berdasarkan kriteria tersebut, e-module dikatakan valid dan praktis apabila seluruh aspek memiliki bobot persentase  $\geq 61\%$  (Riduwan, 2016).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji validitas bertujuan untuk menentukan kevalidan bahan ajar yang dikembangkan. Penilaian media virtual laboratory materi virus dari hasil validasi terdiri dari beberapa komponen dengan masing-masing indikator penilaian. Validitas media virtual laboratory materi virus ditentukan oleh tiga ahli, yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli praktisi lapangan. Data hasil validasi oleh ahli materi dapat dilihat pada **TABEL 3**.

**TABEL 3. Hasil Validasi Ahli Materi**

	7. Istilah yang digunakan tepat dan dipahami	5			
	8. Menggunakan istilah dan symbol ajeg	5			
Aspek Penyajian	9. Membangkitkan motivasi/minat/rasa ingin tahu peserta didik	5	Aspek Pokok Bahasan	1. Kebenaran Konten (Fakta, Konsep, Prinsip, Hukum, Teori dan Proses Ilmiah)	5
	10. Sesuai dengan taraf berpikir dan kemampuan membaca peserta didik	5		2. Kemutakhiran Konten	5
	11. Mendorong peserta didik terlibat aktif	5		3. Kesesuaian pokok bahasan dalam materi dalam media pembelajaran dengan Kurikulum 2013	5
	12. Memperhatikan kemampuan /gaya belajar peserta didik yang berbeda	5		4. Sistematis, sesuai struktur keilmuan	5
	13. Menarik/menyenangkan	5	Aspek kebahasaan	5. Keterbacaan Bahasa atau Bahasa yang digunakan sesuai dengan usia peserta didik	5
	14. Memberikan pengalaman lebih nyata (abstrak menjadi konkrit)	5		6. Menggunakan Bahasa yang komunikatif	5

Total nilai yang diperoleh dari hasil validasi ahli materi melalui media virtual laboratory diperoleh sebesar 100% dan tergolong dalam kategori sangat valid, sehingga dapat diimplementasikan. Berdasarkan hasil validasi ahli materi diketahui bahwa terdapat saran dan komentar yang diberikan mengenai isi media virtual laboratory bahwa media layak digunakan tanpa adanya revisi. Aspek yang dinilai pada saat validasi ahli media yakni kesesuaian desain dan kegrafisan produk. Data hasil validasi media dapat diketahui seperti pada **TABEL 4**.

**TABEL 4.** Hasil Validasi Ahli Media

Aspek	Indikator	Skor
Aspek Kualitas Tampilan	1. Petunjuk/instruksi penggunaan program jelas dan mudah dimengerti	5
	2. Kombinasi latar depan dan latar belakang sesuai	4
	3. Teks/Tulisan mudah terbaca	4
	4. Simulasi tampilan menarik	4
	5. Gambar mendukung penyampaian materi	4
Aspek Daya Tarik	6. Tata letak gambar dan teks memudahkan penyimak untuk memahami materi	5
	7. Iringan musik mendukung suasana belajar	5
	8. Warna layer depan (Gambar dan Huruf ) menarik	5
	9. Huruf dan Kalimat Judul menarik perhatian	5
	10. Gambar, Ilustrasi dan Video menarik perhatian	4
	11. Tata letak menarik perhatian	5
	12. Tata suara menarik perhatian	4
	Indikator	
	13. Tampilan Navigasi menarik perhatian	5
	14. Program mudah digunakan (ramah pengguna)	4

*Lanjutan...*

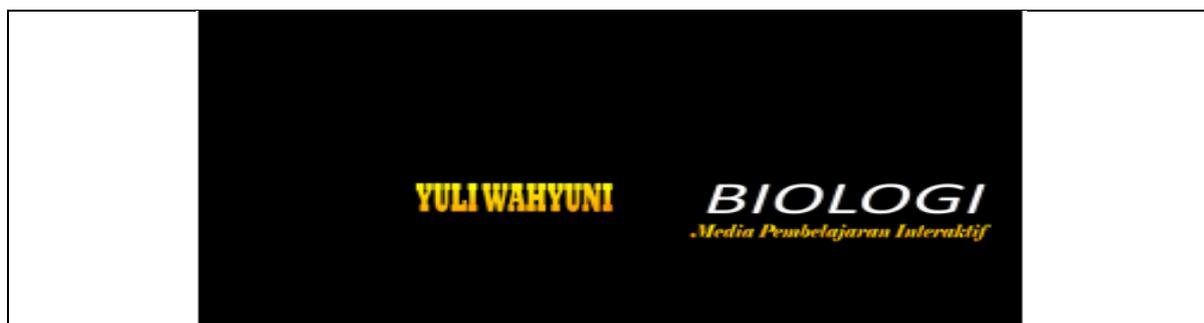
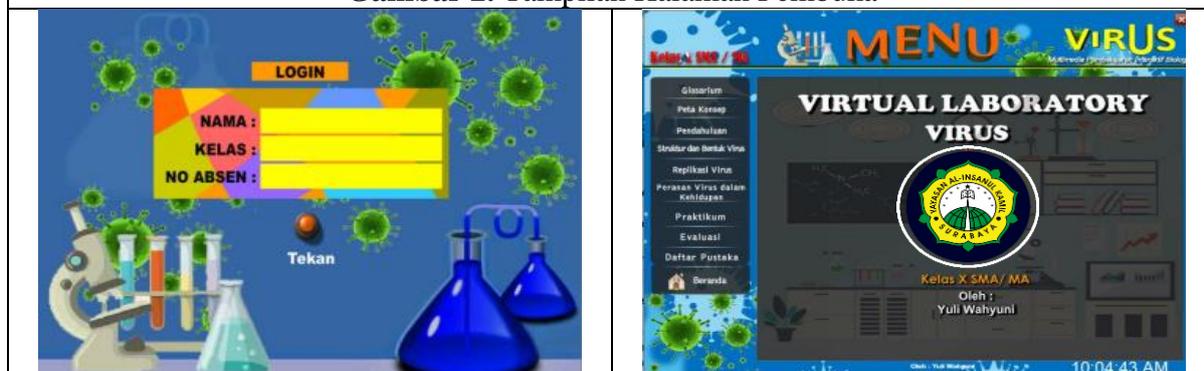
Total nilai yang diperoleh dari hasil validasi ahli media virtual laboratory materi virus diperoleh sebesar 84,28% dan tergolong dalam kategori sangat valid, artinya produk baru bisa dimanfaatkan di lapangan untuk kegiatan pembelajaran. Berdasarkan hasil validasi ahli media diketahui bahwa terdapat saran dan komentar yang diberikan mengenai produk virtual laboratory materi virus sebagai penyempurnaan produk menjadi lebih lengkap adalah upayakan huruf dikombinasi beragam agar menarik dan memotivasi minat baca.

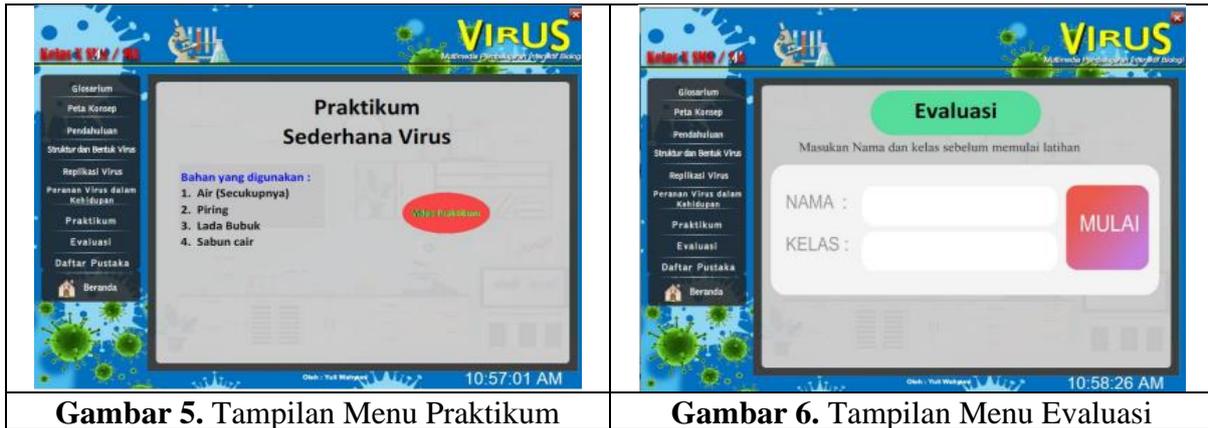
Aspek yang dinilai pada saat uji praktikalitas virtual laboratory materi virus selanjutnya yakni terkait kelengkapan komponen, karakteristik, penyajian, bahasa, materi, akses dan penggunaan, serta sasaran pembelajaran. Uji praktikalitas dilakukan oleh 5 guru pengajar SMA Shafta Surabaya selain kevalidan juga dipergunakan sebagai kepraktisan produk virtual laboratory materi virus. Data ringkasan hasil validasi praktisi Pendidikan yakni dapat diketahui seperti pada **TABEL 6**.

**Tabel 6. Hasil Validasi Praktisi Pendidikan**

Aspek	Indikator	Skor
<b>Isi Materi</b>	1. Soal-soal dalam Virtual Laboratory sesuai dengan materi pembelajaran	5
	2. Bahasa dalam soal yang digunakan virtual laboratory berbasis multimedia interaktif mudah dipahami	5
<b>Pembelajaran</b>	3. Pembelajaran praktikum materi virus menggunakan virtual laboratory menarik	4
	4. Aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran materi virus dengan media ini meningkat	5
	5. Saya merasa lebih mudah Ketika membelajarkan materi virus untuk praktikum dengan media ini	5
	6. Saya tertarik untuk membelajarkan materi Biologi lain menggunakan virtual laboratory	5
	7. Saya termotivasi untuk membuat inovasi pembelajaran seperti virtual laboratory ini	5
<b>Tampilan Media</b>	8. Petunjuk penggunaan virtual laboratory jelas	5
	9. Praktikum dengan virtual laboratory dapat digunakan sebagai alternatif untuk melakukan praktikum jika tidak dapat melakukan praktikum konvensional	4
	10. Media yang digunakan mudah dioperasikan	5
	11. Tampilan gambar dan animasi dalam media ini menarik dan memperjelas penyampaian materi	5
	12. Penyajian materi tersusun logis dan sistematis	5

Setelah dikonversikan dengan tabel penilaian melalui data praktikalitas media virtual laboratory materi virus di SMA Shafta Surabaya dengan menggunakan angket respon guru kelas, maka persentase tingkat pencapaian 96,67% dengan rata-rata dikategorikan sangat praktis. Artinya Produk baru bisa dimanfaatkan di lapangan untuk kegiatan pembelajaran. Komentar dan saran teman sejawat dijadikan bahan pertimbangan untuk menyempurnakan produk pengembangan berupa media virtual laboratory. Beberapa tampilan desain media virtual laboratory yang dihasilkan peneliti sebagai produk awal pengembangan media interaktif dapat dilihat pada Gambar berikut;

**Gambar 2.** Tampilan Halaman Pembuka**Gambar 3.** Tampilan Halaman Login**Gambar 4.** Tampilan menu utama media pembelajaran



Pada era digital sekarang, modul pembelajaran dapat dikembangkan menggunakan teknologi komputasi tanpa menggunakan pengkodean, menyebabkan penyebaran informasi terjadi secara cepat, tepat, dan akurat. Pengembangan virtual laboratorium sebagai produk inovasi media pembelajaran berbantuan komputer dan teknologi dapat digunakan di sekolah yang dilengkapi teknologi informasi dalam proses pembelajaran. Keuntungan memiliki laboratorium virtual antara lain relatif lebih murah, aman, dan cocok untuk siswa dengan gaya belajar visual, karena siswa dapat menjelajahi laboratorium virtual sesuai keinginan dan kebutuhan mereka (Maryuningsih & Manfaat, 2019).

Berdasarkan hasil penerapan virtual laboratorium ini, siswa dapat lebih aktif dan kreatif dalam mempelajari topik tentang virus. Siswa lebih antusias dan semangat dikarenakan mereka dapat praktik melalui perkembangan teknologi komunikasi. Virtual berguna karena merupakan sarana pendidikan yang aman dan hemat biaya. Namun, laboratorium virtual tidak dapat digunakan untuk mempraktikkan pencatatan yang cermat atau untuk mengembangkan integritas dan tanggung jawab saat melakukan eksperimen. Karena produk teknologi tersebut cocok untuk mengajarkan konsep abstrak, maka laboratorium virtual dilengkapi dengan komputer. Hal ini dikarenakan, komputer telah efektif digunakan sebagai alat bantu simulasi praktik (Yuniarti et al., 2012).

Pengembangan virtual laboratorium dengan materi virus bertujuan selain membantu untuk memahami siswa namun juga dapat membantu guru untuk lebih memperkaya media pembelajaran yang menarik pada siswa. Pengembangan virtual laboratorium dengan materi virus menggunakan model pembelajaran PjBL, yaitu agar siswa dapat membuat replikasi virus dari bahan-bahan daur ulang yang ada dengan sebuah praktik yang dilakukan dari virtual lab, serta pembelajaran dapat berpusat pada siswa atau *student center*. Model pembelajaran PjBL membutuhkan kolaborasi, komunikasi, pemecahan masalah dan pembelajaran mandiri. *Project based learning* (PjBL) memungkinkan peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuan

mereka berdasarkan pengetahuan yang telah mereka miliki (Bell, 2010), sehingga dapat berdampak positif terhadap pencapaian kompetensi materi pembelajaran (Ema Juwanti et al., 2020). Kompetensi yang dicapai dalam model PjBL terdapat tiga aspek, yaitu sikap, pengetahuan dan keterampilan. *Project Based Learning* (PjBL) merupakan investigasi mendalam tentang sebuah topik dunia nyata, hal ini akan berharga bagi atensi dan usaha peserta didik (Kemendikbud, 2014).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa media laboratorium virtual yang dikembangkan berisi materi virus dapat menunjukkan kelayakan dan kesesuaian praktis sebagai media pembelajaran, serta mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Aplikasi android laboratorium virtual yang dikembangkan pada penelitian ini direkomendasikan untuk digunakan di berbagai kelas dan sekolah untuk mempelajari biologi materi virus. Ide dan inovasi yang dikembangkan dalam penelitian ini untuk menciptakan media pembelajaran laboratorium virtual dapat diterapkan pada pengembangan media pembelajaran materi pendidikan lainnya. Selain itu, media pembelajaran eksperimen virtual yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan di berbagai kelas dan sekolah untuk pembelajaran mata pelajaran IPA lainnya.

## DAFTAR REFERENSI

- Akbar, S. D. (2013). *Instrumen perangkat pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya.
- Ali, N. (2019). Urgensi bioetika dalam perkembangan biologi modern menurut perspektif Islam. *Jurnal Binomial*, 2(1), 64.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Chairani, C., Slamet, A., & Wiyono, K. (2019). Pengembangan virtual laboratory sistem sirkulasi pada pembelajaran biologi di sekolah menengah atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 9(1), 29–42. <https://doi.org/10.36706/jip.v9i1.6>
- Darmawan, H., & Nawawi, N. (2020). Pengembangan media pembelajaran interaktif dan lembar kerja siswa pada materi virus. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 5(1), 27–36. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v5i1.573>
- Ema Juwanti, A., Hanifah Salsabila, U., Jiwai Putri, C., Livia Dewi Nurany, A., Nur Cholifah, F., & Ahmad Dahlan, U. (2020). Project-based learning (PjBL) untuk PAI selama pembelajaran daring. *Jurnal Pendidikan Islam Al-Ilmi*, 3(2), 72–82.

- Hartini, H., Narulita, E., & Iqbal, M. (2019). Pengembangan virtual laboratory pada topik kultur jaringan tumbuhan untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.31331/jipva.v3i1.658>
- Kemendikbud. (2014). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2014.
- Kustandi, C., & Darmawan, D. (2020). *Pengembangan media pembelajaran*. KENCANA.
- Maryuningsih, Y., & Manfaat, B. (2019). Penerapan laboratorium virtual elektroforesis gel dan polimerase chain reaction (PCR) sebagai pengganti praktikum riil. *Phenomenon*, 09(1), 48–64.
- Riduwan, M. B. A. (2016). *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Alfabeta.
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sulisetijono. (2018). *Bahan ajar matakuliah: Statistika untuk ilmu biologi dan ilmu-ilmu yang bertautan*. FMIPA UM.
- Suryanto, A. (2018). *Biologi dan metode ilmiah*. Universitas Terbuka.
- Yuniarti, F., Pramesti Dewi, & Susanti, R. (2012). Pengembangan virtual laboratory sebagai media pembelajaran berbasis komputer pada materi pembiakan virus. *Unnes Journal of Biology Education*, 1(1), 86–94. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujbe>