



Pengembangan *Virtual Laboratory* pada topik kultur jaringan tumbuhan untuk meningkatkan hasil belajar siswa

Hartini¹, Erlia Narulita^{2*}, Mochammad Iqbal³

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

*Coresponding author email: erlia.fkip@unej.ac.id

Artikel info

Received : 30 Juli 2018
Revised : 08 Januari 2019
Accepted : 28 Januari 2019

Kata kunci:

Bioteknologi
Kultur jaringan tumbuhan
Media pembelajaran
Virtual Laboratory

ABSTRAK

Penggunaan *Virtual Laboratory* dapat membantu siswa dalam memahami konsep yang bersifat abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media *Virtual Laboratory* pada topik kultur jaringan tumbuhan. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model 4D (*define, design, develop, disseminate*) dan melibatkan siswa kelas XII MIA SMA Negeri 3 Jember (N=39) sebagai sampel penelitian. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kelayakan *Virtual Laboratory* yang telah dikembangkan sebesar 84,72% pada aspek materi; 80,73% pada aspek pengembangan bahan ajar; dan 79,73% pada aspek media. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa media *Virtual Laboratory* yang dikembangkan layak untuk diterapkan dalam pembelajaran serta dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada topik kultur jaringan tumbuhan.

ABSTRACT

Developing Virtual Laboratory in plant tissue culture topic to enhance learning achievement of MIA XII graders. Virtual laboratory can help students in understanding the abstract concept. The purpose of this research was to develop a virtual laboratory on the topic of plant tissue culture. This Research and Development used the 4D (define, design, develop, disseminate) model and involved MIA XII graders of SMA N 3 Jember as participants (N=39). The results show that the validity of the developed virtual laboratory reached 84.72% for material aspect, 80.73% for teaching materials development aspects, and 79.73% for media. Thus, it can be concluded that the developed virtual laboratory media is feasible to be used in learning as well as enhance students learning achievement on plant tissue culture topic.

Keywords:

Biotechnology
Plant tissue culture
Instructional media
Virtual Laboratory



 <https://doi.org/10.31331/jipva.v3i1.658>

How to Cite : Hartini, H., Narulita E., & Iqbal, M. (2019). Pengembangan virtual laboratory pada topik kultur jaringan tumbuhan untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas XII MIA. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 3(1),1-16. doi: <https://doi.org/10.31331/jipva.v3i1.658>



PENDAHULUAN

Sinergi era globalisasi dalam berbagai bidang secara dramatis memberikan pengaruh besar terkait dengan teknologi untuk bekerja, belajar, maupun bertahan hidup (Raihan & Shamim, 2013). Inovasi teknologi dalam bidang pendidikan menyediakan kerangka baru sebagai sinergi antara proses belajar mengajar (Rukianing, Sudhita, & Mahadewi, 2014; Sasidharakurup, Radhamani, Kumar, & Nizar, 2015). Oleh karena itu, integrasi ekosistem teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam kelas dapat mendukung keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran (García-peñalvo et al., 2015).

Penerapan TIK terbukti memberikan dampak positif dalam pembelajaran, misalnya penggunaan portal video online (Fesol, Salam, Osman, Bakar, & Salim, 2016), perpustakaan virtual, dan *tools* relevan lainnya membantu siswa dalam manajemen belajar mereka (Vega-Hernández, M. C., Patino-Alonso, M. C., & Galindo-Villardón, 2018). Adanya perkembangan teknologi seharusnya bisa dimanfaatkan dengan baik oleh pendidik sebagai sarana untuk menyampaikan materi pembelajaran, khususnya pada materi biologi. Penggunaan media dalam pembelajaran biologi diperlukan karena biologi merupakan suatu ilmu yang lahir dan berkembang dari adanya observasi dan eksperimen. Objek pembelajaran biologi yaitu berbagai fenomena dan organisme yang ada di lingkungan sekitar siswa yang perlu untuk diobservasi secara mendalam melalui *inquiry* (Kamaludin, Surtikanti, & Surakusumah, 2018). Proses pembelajaran biologi seharusnya menerapkan berbagai hakikat yang ada pada biologi meliputi *minds-on* atau kognitif, *hearts-on* atau afektif, serta aspek *hands-on* atau psikomotor.

Penggunaan media pada pembelajaran biologi dapat menjadi suatu alternatif untuk mempermudah siswa dalam memahami materi yang diberikan melalui pendekatan *hands-on activity*. Pemberian pengalaman belajar secara langsung yang berorientasi pada proses penemuan konsep-konsep ilmiah menjadi karakter yang melekat pada pembelajaran biologi. Kegiatan laboratorium seringkali menjadi pilihan untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa dan mengajarkan tahapan *inquiry*. Proses menemukan dan membangun sendiri kerangka konseptual sangat ditekankan dalam kegiatan *inquiry* berbasis eksperimen laboratorium (Nugraheni, 2018; Widiyawati & Nurwahidah, 2018). Namun kendala biaya yang mahal, membutuhkan waktu yang panjang serta harus selalu aman bagi siswa, seringkali membuat praktikum di laboratorium tidak dilakukan (Bonde et al., 2014).

Praktikum di laboratorium khususnya pada materi bioteknologi sebenarnya sangat dibutuhkan sebab cakupan ilmunya bersifat abstrak, multidipliner, ilmiah, sosiologis dan aplikatif (Wahono, Rosalina, Utomo, & Narulita, 2018). Sebagai salah satu cabang ilmu biologi, penguasaan bioteknologi secara efektif dapat mengembangkan penguasaan pengetahuan dan literasi sains siswa (Mueller, Knobloch, & Orvis, 2015).

Bantuan media pembelajaran berbasis TIK akan sangat membantu siswa dalam menerapkan berbagai konsep yang terdapat pada materi bioteknologi. Penggunaan TIK sebagai media pembelajaran dalam materi bioteknologi membutuhkan peran aktif dari guru sebagai fasilitator agar dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Ismail, Permanasari, & Setiawan, 2016). Namun, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penguasaan guru biologi pada materi bioteknologi tergolong sedang sehingga dimungkinkan siswa juga akan sulit untuk menerima materi yang disampaikan (Fahdi, Harahap, & Sipahutar, 2016).

Berdasarkan hasil kuisioner, guru biologi di Jember masih menerapkan metode konvensional dalam mengajarkan materi bioteknologi khususnya kultur jaringan tumbuhan. Mereka menggunakan metode ceramah dengan bantuan media *powerpoint* dan LKS tanpa adanya kegiatan praktikum karena keterbatasan alat laboratorium. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa praktikum bioteknologi memerlukan dukungan peralatan yang canggih dan relatif tidak terjangkau dari sisi biaya, oleh karenanya diperlukan media simulasi praktikum (Diwakar et al., 2016; Hossain et al., 2015). Media *Virtual Laboratory* dapat menjadi suatu alternatif yang praktis dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran topik kultur jaringan tumbuhan di SMA. *Virtual Laboratory* merupakan sebuah program komputer yang didesain untuk menyajikan serangkaian alat-alat laboratorium, algoritma, dan peralatan lainnya untuk mencapai pembelajaran yang berkualitas (Ismail et al., 2016).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat validitas, kepraktisan, serta efektifitas dari media *Virtual Laboratory* yang dikembangkan untuk topik kultur jaringan tumbuhan kelas XII MIA (Matematika dan Ilmu Alam).

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*research and development*) yang menggunakan desain 4D-model (Thiagarajan, Semmel, & Semmel, 1974). Produk yang dikembangkan berupa media *Virtual Laboratory* yang diperuntukan bagi siswa kelas XII MIA pada topik bioteknologi konvensional yaitu kultur jaringan tumbuhan.

Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat penelitian pengembangan media *Virtual Laboratory* pada topik kultur jaringan tumbuhan ini adalah SMA Negeri 3 Jember. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 10 Agustus 2017 – 3 Juni 2018.

Target/Subjek Penelitian

Subjek dari penelitian ini adalah siswa kelas XII MIA di SMA Negeri 3 Jember dan teknik pengumpulan/penentuan subjek dalam penelitian ini adalah dengan teknik acak.

Prosedur

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*research and development*). 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. Topik bioteknologi konvensional khususnya kultur jaringan tumbuhan dipilih dengan alasan bahwa topik ini membutuhkan biaya dan peralatan yang relatif mahal jika dilakukan dengan praktikum secara langsung.

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 SMA Negeri 3 Jember sebagai pengguna.

Data diperoleh dari kegiatan wawancara, pemberian kuisioner, validasi media, pemberian angket keterbacaan dan tingkat kesulitan, angket respon siswa, serta hasil belajar yaitu *pretest* dan *posttest*.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan data kualitatif dan data kuantitatif. Data kuantitatif diperoleh dari hasil penilaian koresponden sedangkan data kualitatif diperoleh dari adanya saran dan kritik yang diberikan oleh responden.

Pada penelitian ini data diperoleh dari hasil wawancara, penyebaran angket kebutuhan (*need assesment*), validasi media, uji keterbacaan dan tingkat kesulitan media, efektifitas media, serta kepraktisan media. Kegiatan wawancara dilakukan pada guru biologi, pada kegiatan penyebaran angket analisis kebutuhan (*need assesment*) digunakan lembar *need assesment* yang diberikan kepada guru mata pelajaran biologi dan siswa kelas XII MIA yang pernah menerima materi bioteknologi di Kabupaten Jember. Validasi media dilakukan melalui kegiatan *expert judgement* oleh 4 orang ahli yaitu, ahli pengembangan, ahli materi, ahli pengguna, serta pengguna (guru biologi). Pada kegiatan validasi media ini menggunakan instrumen validasi yang diberikan kepada masing-masing ahli.

Uji keterbacaan dan tingkat kesulitan media dilakukan pada tahap uji coba terbatas menggunakan 9 orang siswa kelas XII MIA. Instrumen yang digunakan dalam uji ini yaitu angket keterbacaan dan tingkat kesulitan media.

Kegiatan untuk mengetahui efektifitas media dilakukan saat uji coba lapang menggunakan *one group pretest-posttes design*. Efektifitas media dapat diketahui dari peningkatan hasil belajar kognitif yang telah dilakukan melalui hasil *pretest* dan *posttest* yang dianalisis menggunakan *Normalized Gain*. Kepraktisan dari *Virtual Laboratory* diukur dengan angket respon siswa.

Teknik Analisis Data

Analisis data angket guru dan siswa

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Analisis dilakukan untuk mengetahui bagaimana pendapat guru dan siswa terkait materi sub pokok bahasan bioteknologi konvensional (kultur jaringan tumbuhan), bahan ajar yang sering digunakan dalam menyampaikan materi sub pokok bahasan bioteknologi konvensional (kultur jaringan tumbuhan), serta pertanyaan seputar pengetahuan guru dan siswa terkait media *Virtual Laboratory*.

Analisis instrumen validasi bahan ajar

Tingkat validitas dari media pembelajaran yang dikembangkan ditentukan oleh nilai rata-rata dari nilai indikator yang diberikan kepada masing-masing validator. Berdasarkan rata-

rata nilai indikator ditentukan rerata untuk setiap aspek. Data yang diperoleh dari hasil validasi media *Virtual Laboratory* berupa data kualitatif yang berasal dari saran dan komentar validator serta data kuantitatif yang berasal dari aspek penilaian menggunakan *check-list* (√) disesuaikan dengan kriteria penilaian. Data kuantitatif yang didapat kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis data persentase yang disajikan dalam persamaan (1) (Sukardi, 2012).

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan

- P = persentase penilaian
- n = Total skor yang diperoleh
- N = Total skor maksimum

Data dari persentase yang telah didapatkan dari persamaan (1) kemudian akan diubah menjadi data kualitatif dengan menggunakan kriteria penilaian yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Penilaian Media *Virtual Laboratory* (Sukardi, 2012)

No	Persentase %	Kualifikasi	Keputusan
1	$81,25 < P \leq 100$	Sangat Valid (SV)	Produk baru bisa dimanfaatkan di lapangan untuk kegiatan pembelajaran.
2	$62,5 < P \leq 81,25$	Valid (V)	Produk baru bisa dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang. Melakukan pertimbangan-pertimbangan tertentu, penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar dan tidak terlalu mendasar.
3	$43,75 < P \leq 62,5$	Kurang Valid (KV)	Merevisi secara kecil-kecilan dan mendasar tentang isi produk serta melakukan konsultasi kembali.
4	$25 < P \leq 43,75$	Tidak Valid (TV)	Merevisi secara besar-besaran dan mendasar tentang isi produk serta melakukan konsultasi kembali.

Analisis uji keterbacaan dan tingkat kesulitan

Analisis uji keterbacaan dan tingkat kesulitan dilakukan dengan statistika deskriptif. Persamaan (2) digunakan untuk menghitung persentase perolehan skor pada uji keterbacaan dan tingkat kesulitan dari media pembelajaran yang dikembangkan.

$$P = \frac{\sum X}{\sum Xi} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- P = Persentase perolehan skor
- $\sum X$ = Jumlah perolehan skor per item
- $\sum Xi$ = Jumlah skor maksimal

Kriteria penilaian untuk uji keterbacaan dan tingkat kesulitan dapat dilihat pada Tabel 2 (Sukardi, 2012).

Tabel 2 Kriteria Uji Keterbacaan dan Tingkat Kesulitan

Kategori	Interval Penilaian	Keputusan
Sangat Layak	$81,25 < P \leq 100$	Produk siap digunakan tanpa perlu revisi.
Layak	$62,5 < P \leq 81,25$	Produk dapat dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang, penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar
Kurang Layak	$43,75 < P \leq 62,5$	Produk perlu direvisi dengan meneliti kembali kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan
Tidak Layak	$25 < P \leq 43,75$	Produk perlu direvisi dalam skala besar

Analisis uji efektivitas

Hasil dari uji efektivitas akan dianalisis menggunakan *Normalized Gain* (Hake, 1998) untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan media *Virtual Laboratory* pada topik kultur jaringan tumbuhan. Persamaan (3) menyajikan perhitungan *Normalized Gain*.

$$N(\text{gain}) = \frac{(\text{posttest}) - (\text{pretest})}{\text{skor maksimal} - (\text{pretest})} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

Posttest = persentase nilai *posttest*

Pretest = persentase nilai *pretest*

Kriteria *Normalized Gain* untuk uji efektivitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kriteria perolehan indeks *gain* (Hake, 1998)

<i>Normalized Gain</i>	Keterangan
$g > 0,70$	Efektivitas Media Tinggi
$0,30 \leq g \leq 0,70$	Efektivitas Media Sedang
$g < 0,30$	Efektivitas Media Rendah

Analisis respon pengguna

Hasil dari respon pengguna dianalisis menggunakan nilai persentase sesuai persamaan (4).

$$\text{Tingkat kesesuaian (\%)} = \frac{SM}{TS} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

SM = Nilai yang diperoleh pada setiap aspek

TS = Nilai maksimal untuk setiap aspek

Kriteria penilaian untuk respon pengguna dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Kriteria Hasil Kepraktisan Media

Persentase	Kriteria	Keputusan
83,32 – 100	Sangat baik	Media pembelajaran sanga praktis tidak memerlukan revisi, media siap digunakan
66,66 – 83,31	Baik	Media pembelajaran praktis, memerlukan revisi skala kecil
50 – 66,65	Cukup baik	Media pembelajaran cukup praktis, perlu revisi skala sedang
33,33 – 49,99	Kurang baik	Media pembelajaran kurang praktis, perlu revisi skala besar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan media *Virtual Laboratory* dalam penelitian ini mengacu pada 4D-model (Thiagarajan et al., 1974) meliputi tahap *define*, *design*, *develop* dan *disseminate*. Materi yang dipilih yaitu kultur jaringan tumbuhan. Tahapan-tahapan dalam pengembangan *Virtual Laboratory* dijabarkan sebagai berikut.

Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan kegiatan menjaring data mengenai kebutuhan pembelajaran yang meliputi (a) analisis awal-akhir, (b) analisis karakter siswa, (c) analisis konsep dan materi, (d) analisis tugas, (e) spesifikasi tujuan pembelajaran. Kegiatan analisis awal-akhir dilakukan melalui wawancara kepada guru dan siswa SMA. Wawancara dengan tipe *open-ended* (terbuka) digunakan untuk menggali informasi sebanyak-banyaknya mengenai masalah yang dihadapi pada saat pembelajaran pada topik bioteknologi. Sebagai penguat data pada tahap *need assessment* ini juga digunakan kuisisioner. Guru biologi se-Kabupaten Jember sebagai objek wawancara menyatakan bahwa mereka hanya menggunakan metode konvensional, yaitu ceramah berbantuan media powerpoint dan LKS dalam mengajarkan topik bioteknologi khususnya kultur jaringan tumbuhan. Berdasarkan hasil wawancara dan kuisisioner diperoleh hasil bahwa tidak ada pelaksanaan kegiatan praktikum pada topik bahasan ini.

Siswa SMA Negeri 3 Jember kelas XII MIA merupakan siswa yang aktif dalam pembelajaran dan kritis. Namun, ketiadaan ruang sterilisasi dan peralatan pendukung sterilisasi yaitu autoklaf menyebabkan siswa tidak dapat secara langsung melakukan praktikum. Maka diperlukan suatu format media khusus yang dapat secara spesifik mendorong keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran sehingga secara tidak langsung juga meningkatkan hasil belajar mereka.

Tahap *Design*

Pemilihan media, pemilihan format, dan mendesain rancangan awal merupakan kegiatan utama dalam tahap *design*. Media yang dipilih untuk mengatasi masalah keterbatasan sarana

dan prasarana laboratorium agar siswa dapat tetap melaksanakan praktikum yaitu *Virtual Laboratory*.

Hasil dari tahap rancangan awal (*initial design*) yaitu rancangan media pembelajaran yang akan dikembangkan yaitu berupa *story board* pada materi sub pokok bahasan bioteknologi konvensional (kultur jaringan tumbuhan). *Story board* media pembelajaran materi sub pokok bahasan bioteknologi konvensional (kultur jaringan tumbuhan) yang dikembangkan terdiri dari beberapa bagian utama yaitu menu (1) utama, (2) KI& KD, (3) tujuan, (4) materi, (5) kegiatan praktikum, (6) kuis, dan (7) pustaka. *Virtual Laboratory* dikembangkan dengan *software* Adobe Flash 11.

Menu utama

Menu utama memuat tampilan awal dari media *Virtual Laboratory*, yang memiliki beberapa sub menu yaitu petunjuk penggunaan media, KI & KD, tujuan, materi, kegiatan praktikum, kuis, pustaka dan kredit. Tampilan menu utama disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan menu utama media pembelajaran

Menu KI & KD

Menu KI & KD ini memuat tentang kompetensi inti dan kompetensi dasar yang diajarkan dalam pembelajaran. tampilan menu KI & KD disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan menu KI & KD

Menu tujuan

Menu tujuan memuat tujuan yang ingin dicapai dalam pembelajaran pada materi kultur jaringan tumbuhan. Tampilan menu tujuan disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan menu tujuan

Menu materi

Menu materi berisi tentang bahasan yang akan disampaikan selama pembelajaran pada materi kultur jaringan tumbuhan. Pada menu materi ini membuat beberapa sub menu yaitu sub menu bioteknologi, bioteknologi modern, bioteknologi konvensional dan kultur jaringan. Pada sub menu bioteknologi menjelaskan mengenai pengertian dari bioteknologi. Pada sub menu bioteknologi modern menjelaskan mengenai pengertian dari bioteknologi konvensional, prinsip dari bioteknologi modern serta contoh dari bioteknologi modern. Pada sub menu bioteknologi konvensional menjelaskan mengenai pengertian bioteknologi konvensional, prinsip dari bioteknologi konvensional serta contoh dari bioteknologi konvensional. Sedangkan pada sub menu kultur jaringan menjelaskan mengenai pengertian, tujuan, macam-macam, teknik, syarat serta tahapan pembuatan kultur jaringan. Tampilan menu materi disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan menu materi

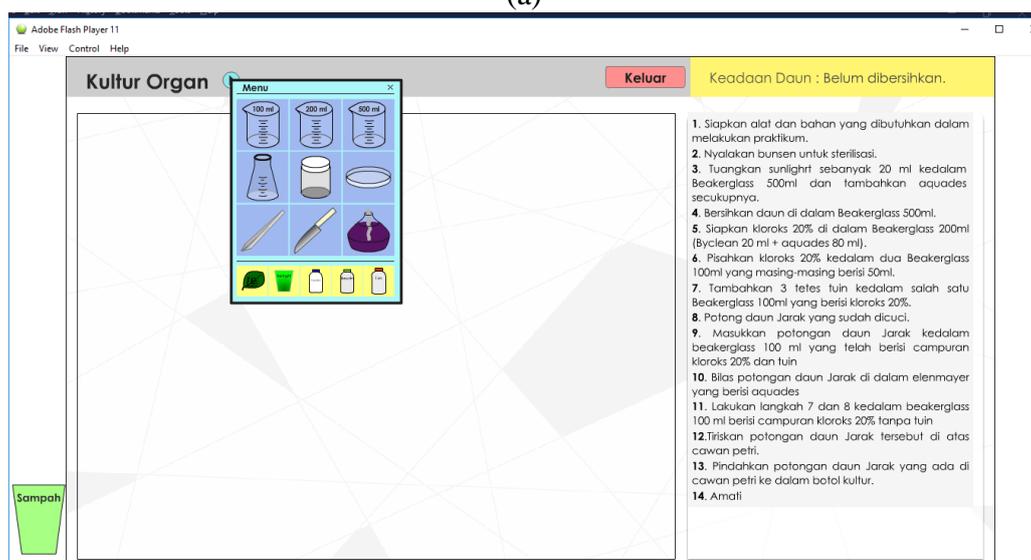
Menu kegiatan praktikum

Menu kegiatan praktikum berisi tentang kegiatan simulasi dalam membuat sebuah kultur jaringan tumbuhan. Simulasi untuk melakukan praktikum kultur jaringan tumbuhan bertujuan untuk memberikan suasana model praktikum yang mendekati riil. Melalui simulasi siswa dapat melakukan percobaan dengan cara penggantian berbagai *tools* yang terdapat di dalam media *Virtual Laboratory*. Hasil percobaan akan ditampilkan dalam bentuk animasi yang berbeda-beda sesuai intruksi yang diberikan. Potensi dari simulasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains di tingkat sekolah dasar, menengah maupun perguruan tinggi dikemukakan dalam laporan US National Research Council (Bonde et al., 2014). Simulasi dari kegiatan eksperimen di laboratorium dapat menyangkan eksperimen yang tidak membutuhkan biaya mahal dan dapat bertahan hingga jangka waktu lama (Herga, 2014). Inilah salah satu kelebihan dari *Virtual Laboratory*.

Dalam menu kegiatan praktikum ini terdapat dua sub menu yang memuat mengenai proses pembuatan media kultur serta proses dari pembuatan kultur organ. Tampilan simulasi proses pembuatan media kultur dan pembuatan kultur organ disajikan dalam Gambar 5.



(a)

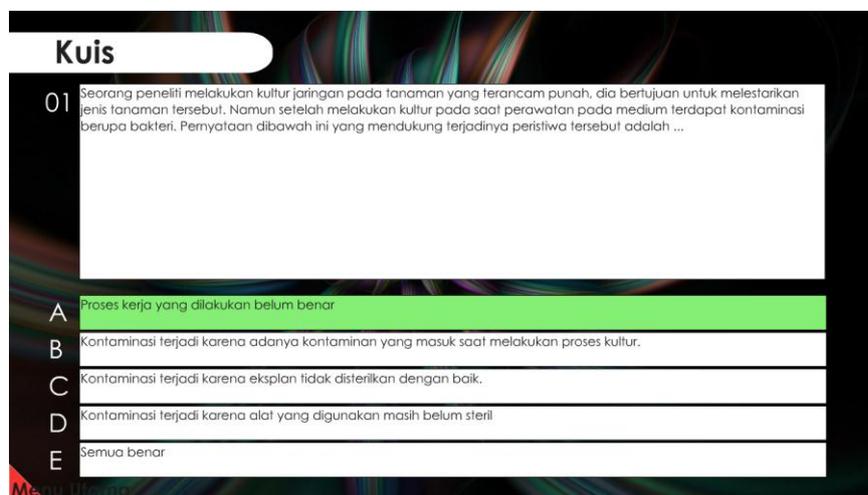


(b)

Gambar 5. Tampilan simulasi praktikum (a) pembuatan media dan (b) kultur organ

Menu kuis

Menu kuis merupakan kumpulan pertanyaan yang merupakan bentuk evaluasi dari pembelajaran yang dilakukan menggunakan media pembelajaran ini. Tampilan menu kuis disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan menu kuis

Menu pustaka

Pada menu pustaka berisikan tentang rujukan-rujukan dan sumber informasi yang digunakan dalam media pembelajaran tersebut. Tampilan menu pustaka disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan menu pustaka

Tahap Develop

Tahap *Develop* terdiri dari (a) validasi ahli, (b) revisi, (c) uji coba terbatas, (d) revisi berdasar uji coba terbatas, (e) uji coba lapangan.

Hasil validasi media pembelajaran

Validasi media pembelajaran dilakukan oleh ahli materi, ahli pengembangan, ahli media dan guru sebagai pengguna media *Virtual Laboratory* nantinya. Persentase hasil validasi media *Virtual Laboratory* oleh ahli materi sebesar 84,72%, ahli pengembangan sebesar 80,73%, ahli media sebesar 79,73%, dan guru sebesar 91,67%. Rata-rata seluruh penilaian yang didapatkan dari validator adalah 84,21%. Berdasarkan Tabel 1, skor hasil validasi tersebut termasuk dalam kategori sangat valid dan layak digunakan dalam pembelajaran. Hasil ini senada dengan tujuan dari penggunaan media pembelajaran yang dapat memfasilitasi pertukaran informasi, penyampaian pengetahuan dan merancang pembelajaran bermakna untuk meningkatkan keterampilan proses siswa (Ismail et al., 2016).

Proses validasi juga menghasilkan data kualitatif berupa saran dari para ahli dan guru terkait media yang dikembangkan sehingga diperlukan penambahan dan revisi pada beberapa bagian. Beberapa hal yang perlu direvisi yaitu tampilan dari media disarankan untuk direvisi agar lebih menarik, pemindahan letak petunjuk praktikum, penambahan gambar asli sehingga siswa lebih mudah untuk memahami.

Hasil uji keterbacaan dan tingkat kesulitan

Revisi terhadap media selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk melakukan uji coba terbatas. Siswa kelas XII MIA SMA Negeri Jember berjumlah 9 orang diminta untuk mengisi angket keterbacaan dan tingkat kesulitan media. Angket ini berisi 10 pertanyaan. Rerata hasil yang didapatkan adalah 81% dan berdasarkan Tabel 2 termasuk dalam kategori layak.

Kriteria media yang baik adalah media yang memiliki kemudahan dalam penggunaan serta pengoperasiannya sehingga akan mempermudah *user* dalam penggunaannya (Asyhar, 2012). Berdasarkan angket respon siswa diperoleh hasil sebagai berikut: (1) aspek kognitif sebesar 89,27%; (2) aspek interaktif sebesar 88,92%; (3) aspek menarik mencapai 83,08%, (4) aspek efisien mencapai 90,57%, dan (5) aspek kreatif sebesar 90,35%.

Aspek kognitif memuat 11 butir pernyataan dan mendapat skor sebesar 89,27% dengan kategori sangat baik. Artinya, isi materi yang dimuat di dalam media *Virtual Laboratory* telah jelas, runtut, serta mencakup konten materi yang sangat mudah dipahami dan dimengerti oleh siswa.

Aspek interaktif memuat 14 butir pernyataan mengenai kemudahan pengoperasian *Virtual laboratory*. Hasil respon pengguna terhadap aspek interaktif yaitu sebesar 88,92% dan termasuk kategori sangat baik. Berdasarkan skor ini, *Virtual Laboratory* yang dikembangkan sangat mudah dioperasikan oleh siswa. Kriteria media yang baik adalah media yang mudah dalam pengoperasiannya, sehingga akan mempermudah pengguna dalam penggunaannya (Asyhar, 2012).

Pada aspek kemenarikan media mencakup 2 pernyataan. Hasil respon pengguna terhadap aspek menarik yaitu sebesar 93,08% dengan kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tertarik dan sangat antusias dengan adanya kegiatan praktikum yang dimuat dalam media *Virtual Laboratory*. *Virtual Laboratory* merupakan media yang menarik serta menyenangkan karena di dalamnya terdapat tampilan gambar, animasi, serta simulasi yang bersifat interaktif.

Pada aspek efisien terdapat 3 pernyataan yaitu peningkatan kualitas belajar, penguasaan materi pembelajaran, serta peningkatan prestasi belajar. Hasil respon pengguna terhadap aspek efisiensi yaitu sebesar 90,57% dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya media ini mampu membantu siswa dalam hal peningkatan prestasi mereka karena didukung oleh materi yang sangat mudah dipahami serta disajikan dalam bentuk animasi praktikum.

Aspek kreatifitas mencakup 5 butir pernyataan yang terdiri atas kemampuan media dalam memunculkan inspirasi pada siswa mengenai cara pemecahan masalah yang sedang dihadapi serta peran media. Hasil yang diperoleh dari respon siswa terhadap aspek kreatif mencapai 90,35% dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa media *Virtual Laboratory* mampu membantu siswa dalam hal pemecahan masalah yang sedang dihadapi.

Rerata skor yang didapatkan dari masing-masing aspek mencapai 92,24% dan berdasarkan Tabel 3 termasuk dalam kategori sangat baik. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa media *Virtual Laboratory* yang dikembangkan layak digunakan oleh siswa dalam proses pembelajaran. Hasil tersebut secara tidak langsung menjelaskan juga bahwa media *Virtual Laboratory* yang dikembangkan sangat membantu siswa dalam belajar, memahami materi, serta memahami istilah serta bahasa yang digunakan.

Hasil uji efektivitas

Hasil uji efektivitas menggunakan hasil *pretest* dan *posttest*. Rerata skor *pretest* adalah 24,05; sedangkan rerata skor *posttest* adalah 80,8 dengan selisih nilai 56,75 dan *Normalized Gain* mencapai 0,74 dengan kriteria tinggi. *Normalized Gain* menunjukkan adanya peningkatan rerata skor hasil belajar kognitif siswa sebelum dan setelah menggunakan *Virtual Laboratory* pada topik kultur jaringan tumbuhan.

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh menunjukkan bahwasannya media *Virtual Laboratory* efektif digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Media ini mampu meningkatkan hasil belajar siswa pada ranah kognitif sebagaimana penelitian terdahulu yang mengungkapkan *Virtual Laboratory* secara signifikan dapat meningkatkan kemandirian kerja laboratorium dan penguasaan konsep siswa melalui hadirnya TIK dalam kelas (Herga, 2014).

Tahap Disseminate

Produk akhir *Virtual Laboratory* yang telah dikembangkan didistribusikan kepada guru biologi di SMA Negeri 3 Jember dan MGMP Biologi Kabupaten Jember. Guru sebagai pengguna dapat mengimplementasikan *Virtual Laboratory* topik kultur jaringan tumbuhan ini dalam pembelajaran sehingga tercipta suasana praktikum virtual yang dapat mengaktifkan siswa. *Virtual Laboratory* sebagai salah satu platform multimedia yang dapat mengikutsertakan siswa dalam kegiatan penyelidikan. Pengumpulan data dapat mendorong terjadinya proses pengambilan kesimpulan berdasarkan skemata-skemata yang ada (Sari & Sugiyarto, 2015; Widiyawati, 2017).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Virtual Laboratory yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan, kepraktisan dan efektifitas sebagai media biologi pada topik kultur jaringan tumbuhan. Media ini dapat meningkatkan hasil belajar siswa SMA kelas XII MIA.

Saran

Penelitian ini masih terbatas pada pengembangan *Virtual Laboratory* dalam bentuk simulasi dan animasi pada topik kultur jaringan tumbuhan sebagai bagian dari bioteknologi konvensional. Saran bagi peneliti selanjutnya yakni dapat mengembangkan *Virtual Laboratory* sebagai aplikasi android.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyhar, R. (2012). *Kreatif mengembangkan media pembelajaran*. Jakarta: Referensi Jakarta.
- Bonde, M. T., Makransky, G., Wandall, J., Larsen, M. V., Morsing, M., Jarmer, H. Ø., & Sommer, M. (2014). Improving biotech education through gamified laboratory simulations. *Nature Biotechnology*, 32(7), 694–698. <http://doi.org/10.1038/nbt.2955>
- Diwakar, S., Kumar, D., H., S., Nizar, N., Achuthan, K., Nedungadi, P., ... Nair, B. (2016). Complementing education via virtual labs: implementation and deployment of remote laboratories and usage analysis in South Indian villages. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 12(3), 8–15. <http://doi.org/10.3991/ijoe.v12i03.5391>
- Fahdi, F., Harahap, F., & Sipahutar, H. (2016). Analisis kesulitan penguasaan perangkat pembelajaran bioteknologi pada guru biologi SMA se-Kabupaten Langkat. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 4(4), 92–100. <http://doi.org/10.24114/jpp.v4i4.6697>
- Fesol, S. F. A., Salam, S., Osman, M., Bakar, N., & Salim. (2016). Learning style approaches for gen Y: an assessment conducted in a Malaysian Technical University. *Pertanika J. Soc. Sci. & Hum*, 24(4), 1335–1347. Retrieved from [http://www.pertanika.upm.edu.my/Pertanika PAPERS/JSSH Vol. 24 \(4\) Dec. 2016/06 JSSH-1361-2015.pdf](http://www.pertanika.upm.edu.my/Pertanika PAPERS/JSSH Vol. 24 (4) Dec. 2016/06 JSSH-1361-2015.pdf)
- García-peñalvo, F. J., Hernández-garcía, Á., Conde, M. Á., Alier, M., Llorens-largo, F., & Fidalgo-Blanco, Á. (2015). Learning services-based technological ecosystems. In *Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality - TEEM'15 1*. (pp. 467–472). Porto.
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods : a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <http://doi.org/10.1119/1.18809>
- Herga, N. R. (2014). Virtual laboratory as an element of visualization when teaching chemical contents in science class. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 13(4), 157–165. Retrieved from <http://www.tojet.net/articles/v13i4/13418.pdf>
- Hossain, Z., Jin, X., Bumbacher, E. W., Chung, A. M., Koo, S., Shapiro, J. D., ... Riedelkruse, I. H. (2015). Interactive cloud experimentation for biology: an online education case study. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in*

- Computing Systems* (pp. 3681–3690). Seoul. <http://doi.org/10.1145/2702123.2702354>
- Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. (2016). STEM virtual lab: an alternative practical media to enhance student's scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 239–246. <http://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5492>
- Kamaludin, S., Surtikanti, H. K., & Surakusumah, W. (2018). Developing issue-based teaching materials to improve student learning outcomes in freshwater biology course. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 4(2), 161–170. <http://doi.org/10.22219/jpbi.v4i2.5549>
- Mueller, A. L., Knobloch, N. A., & Orvis, K. S. (2015). Exploring the effects of active learning on high school students' outcomes and teachers' perceptions of biotechnology and genetics instruction. *Journal of Agricultural Education*, 56(2), 138–152. <http://doi.org/10.5032/jae.2015.02138>
- Nugraheni, D. (2018). Pengembangan lembar kegiatan siswa (LKS) berbasis inquiry materi pengukuran untuk meningkatkan kreativitas siswa. *Natural*, 5(2). <http://doi.org/10.30738/natural.v5i2.3252>
- Raihan, A., & Shamim, R. H. (2013). A study to explore the practice of ICTs in TVET in Bangladesh and Siuth Korea. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, 2(4), 351–360. Retrieved from [http://www.ijesit.com/Volume 2/Issue 4/IJESIT201304_46.pdf](http://www.ijesit.com/Volume%20Issue%204/IJESIT201304_46.pdf)
- Rukianing, L. A., Sudhita, I. W. R., & Mahadewi, L. P. P. (2014). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif PKn dengan model ADDIE untuk siswa kelas VII SMP. *E-Journal Edutech Universitas Pendidikan Ganesha*, 2(1), 1–11. Retrieved from <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEU/article/view/3881/3103>
- Sari, D. S., & Sugiyarto, K. S. (2015). Pengembangan multimedia berbasis masalah untuk meningkatkan motivasi belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(2), 153–166. <http://doi.org/10.21831/jipi.v1i2.7501>
- Sasidharakurup, H., Radhamani, R., Kumar, D., & Nizar, N. (2015). Using Virtual Laboratories as Interactive Textbooks : Studies on Blended Learning in Biotechnology Classrooms, 2(6), 1–13.
- Sukardi, S. (2012). *Strategi pembelajaran berorientasi standar proses pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: a sourcebook*. Indiana: ERIC. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED090725.pdf>
- Vega-Hernández, M. C., Patino-Alonso, M. C., & Galindo-Villardón, M. P. (2018). Multivariate characterization of university students using the ICT for learning. *Computers & Education*, 121, 124–130. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.004>
- Wahono, B., Rosalina, A. M., Utomo, A. P., & Narulita, E. (2018). Developing STEM based student's book for grade XII biotechnology topics. *Journal of Education and Learning*, 12(3), 450–456. <http://doi.org/10.11591/edulearn.v12i3.7278>
- Widiyawati, Y. (2017). Pemanfaatan media pembelajaran IPA bagi peserta didik visual impairment di SLB. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 1(1), 9–23. Retrieved from <http://e-journal.ivet.ac.id/index.php/jipva/article/view/510>
- Widiyawati, Y., & Nurwahidah, I. (2018). Elclivis berbasis inquiry untuk meningkatkan

penguasaan konsep siswa tuna netra pada materi rangkaian listrik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(2), 212–223. <http://doi.org/10.21831/jipi.v4i2.21527>

PROFIL SINGKAT

Hartini, S.Pd., lahir di Pasuruan pada 24 Februari 1995 dan menamatkan S1 di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember.

Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D., yang lahir di Jember 5 Juli 1980 merupakan pengajar di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember sejak 2006. Pendidikan strata satu di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember, magister di Bioteknologi, SITH ITB, dan doktor bidang Bioteknologi molekuler di Hiroshima University, Jepang.

Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd. yang lahir di Pamekasan pada 20 Januari 1988 merupakan pengajar di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember sejak 2012. Pendidikan strata satu dan magister diselesaikan di Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang (UM).