

## **DEVELOPMENT OF VIRTUAL LABORATORY FOR OBSERVATION OF ANIMAL BASE TISSUE**

**Viola Vinca Valisa\*, Evi Suryawati, Arnentis**

*E-mail: viola.vinca1582@student.unri.ac.id, evi.suryawati@lecturer.unri.ac.id,  
arnentis@lecturer.unri.ac.id*

*Phone Number: +6281364550813*

*Study Program of Biology Education  
Department of Mathematics and Natural Sciences  
Faculty of Teacher Training and Education  
Riau University*

**Abstract:** *Biology education students are future teacher candidates who are required to be able to have various competencies, one of which is competence in carrying out practical activities. Practical activities can provide contextual experience in implementing existing theoretical studies. However, there are various obstacles to carrying out practical activities that can affect the content knowledge of prospective biology teacher students. This study aims to develop independent learning resources for prospective teacher students in the form of a virtual laboratory equipped with a practical guide book. This research was conducted at the Laboratory of PMIPA FKIP Riau University, SMAN 8 Pekanbaru, and SMAN 14 Pekanbaru in December 2020 – May 2021. It used a Research and Development (R&D) approach with ADDIE model. The instruments used are validation sheets and response questionnaires. The validation results obtained an average value of 3.62 (virtual laboratory) and 3.51 (guidebook) in the very valid category. The results of the limited trial phase I obtained an average value of 3.88 (virtual laboratory) and 3.96 (guidebook) in the very good category. The results of the limited trial phase II obtained an average value of 3.80 (virtual laboratory) and 3.86 (guide book) in the very good category. The results showed that the virtual laboratory and guide books that were developed is good quality and suitable to be used as independent learning resources to increase content knowledge for prospective teacher candidates.*

**Key Words:** *Virtual Laboratory, Practical Guide, Animal Base Tissue*

# PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* UNTUK PRAKTIKUM JARINGAN DASAR PADA HEWAN

**Viola Vinca Valisa\***, Evi Suryawati, Arnentis

E-mail: viola.vinca1582@student.unri.ac.id, evi.suryawati@lecturer.unri.ac.id,  
arnentis@lecturer.unri.ac.id  
Phone: +6281364550813

Program Studi Pendidikan Biologi  
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Riau

**Abstrak:** Mahasiswa pendidikan biologi merupakan calon guru masa depan yang dituntut mampu memiliki berbagai kompetensi, salah satunya kompetensi dalam melakukan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum dapat memberikan pengalaman secara kontekstual dalam mengimplementasikan kajian teori yang telah ada. Namun dalam penerapannya, terdapat berbagai kendala untuk melaksanakan kegiatan praktikum yang dapat mempengaruhi pengetahuan konten mahasiswa calon guru biologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sumber belajar mandiri bagi mahasiswa calon guru berupa *virtual laboratory* yang dilengkapi buku penuntun praktikum. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PMIPA FKIP Universitas Riau, SMAN 8 Pekanbaru, dan SMAN 14 Pekanbaru pada bulan Desember 2020 – Mei 2021. Jenis penelitian yang digunakan yaitu *Research and Development* model ADDIE. Instrumen yang digunakan berupa lembar validasi dan angket respon. Hasil validasi memperoleh nilai rata-rata 3,62 (*virtual laboratory*) dan 3,51 (buku penuntun) kategori sangat valid. Hasil uji coba terbatas tahap I diperoleh nilai rata-rata 3,88 (*virtual laboratory*) dan 3,96 (buku penuntun) kategori sangat baik. Hasil uji coba terbatas tahap II diperoleh nilai rata-rata 3,80 (*virtual laboratory*) dan 3,86 (buku penuntun) kategori sangat baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *virtual laboratory* dan buku penuntun praktikum yang dikembangkan berkualitas dan layak digunakan sebagai sumber belajar mandiri untuk meningkatkan pengetahuan konten bagi mahasiswa calon guru.

**Kata Kunci:** *Virtual Laboratory*, Penuntun Praktikum, Jaringan Dasar Hewan

## PENDAHULUAN

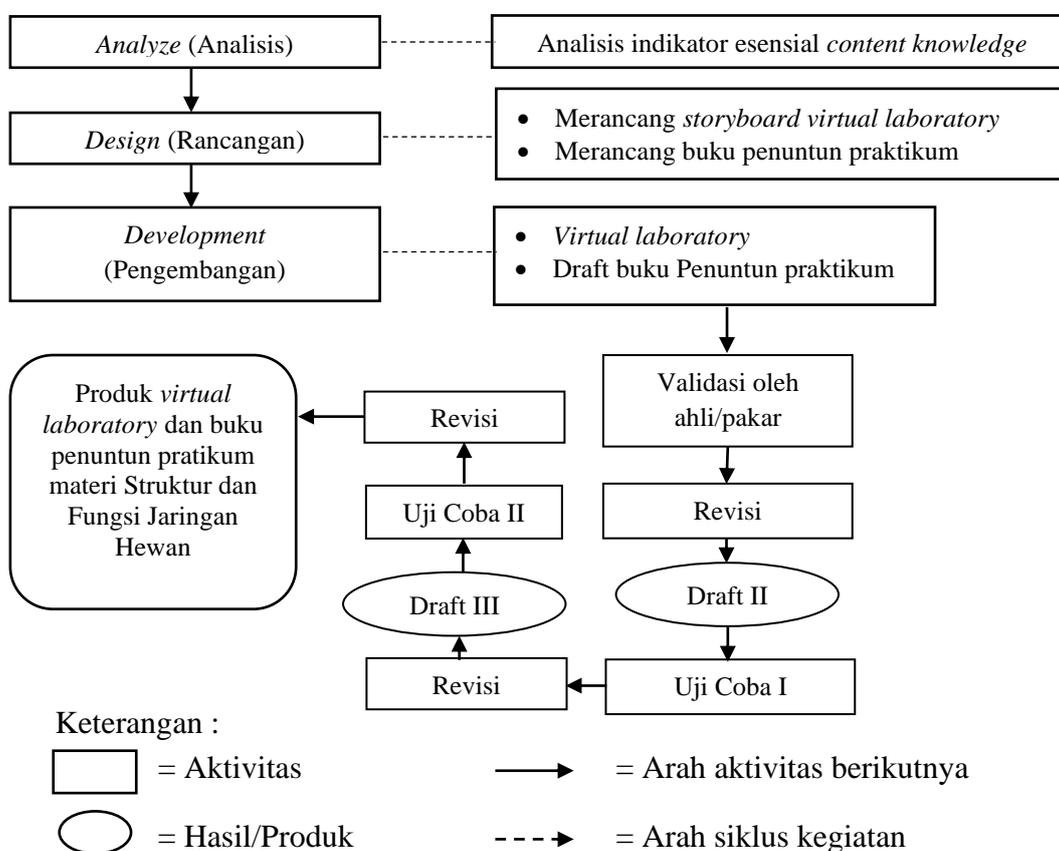
Pesatnya laju perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi salah satu tantangan di bidang pendidikan dalam meningkatkan efektivitas proses pembelajaran. Hal ini menuntut tenaga pendidik agar lebih dapat meningkatkan kompetensinya. Mahasiswa pendidikan biologi yang merupakan calon guru biologi dituntut mampu mengembangkan kompetensi yang dimiliki. Kualitas mutu pendidikan dilihat dari kualitas calon guru masa depan, semakin baik kompetensi yang dimiliki calon guru maka mutu pendidikan juga akan meningkat (Rika Sukmawati, 2019:98). Upaya untuk mengembangkan kompetensi tersebut salah satunya dengan memberikan pengalaman nyata secara kontekstual kepada mahasiswa calon guru biologi melalui kegiatan praktikum. Namun, kegiatan praktikum dalam pelaksanaannya tidak dapat berjalan maksimal dikarenakan berbagai kendala. Kendalanya antara lain seperti keterbatasan waktu dan ketersediaan alat dan bahan yang tidak memadai. Kendala tersebut juga bertambah seiring terjadinya pandemi COVID-19 yang menyebabkan pelaksanaan praktikum tidak berjalan dengan baik bahkan tidak dilakukan. Sehubungan dengan penelitian Dewi Hariyanti, *et al* (2020:17) mengenai pelaksanaan praktikum secara daring memiliki hambatan tertinggi sebesar 37,1%. Hal ini disebabkan karena kesulitan dan keterbatasan alat dan bahan di rumah, intruksi yang kurang jelas, dan kurangnya buku/referensi dalam menyusun laporan. Penelitian yang dilakukan oleh Agus Muliadi, *et al* (2021:631) pada 38 mahasiswa Universitas Pendidikan Mandalika diperoleh hasil bahwa pembelajaran daring di Program Studi Pendidikan Biologi pada Semester Genap Tahun Akademik 2019/2020 atau awal pandemi COVID-19 berlangsung kurang efektif. Hal ini pastinya dapat mempengaruhi pendalaman konsep, prinsip, hukum dan teori yang seharusnya didapat dan dipahami.

Berdasarkan hasil penelitian Sofyan Anif (2013:217) dalam mengukur tingkat kompetensi profesional pada 116 orang guru biologi pasca sertifikasi di Karesidenan Surakarta menunjukkan bahwa kompetensi profesional yang dimiliki daya serapnya rendah yaitu dibawah 50%. Uji kompetensi tersebut terkait dengan pokok bahasan salah satunya mengenai mendeskripsikan struktur jaringan hewan dan menghubungkannya dengan fungsinya. Hal ini juga didukung oleh penelitian Evi Suryawati dan Yenita Roza (2017:62) menunjukkan nilai sebesar 36,5% (tergolong rendah) pada indikator esensial 2.3 mengenai struktur fungsi jaringan tumbuhan/jaringan hewan vertebrata. Materi ini abstrak yang menuntut pemahaman mahasiswa pada konsep struktur dan fungsi jaringan hewan. Berdasarkan capaian nilai tersebut, disimpulkan bahwa kompetensi profesional dan pedagogik pada guru dan mahasiswa calon guru biologi masih rendah pengetahuan kontennya dan lemahnya pengelolaan pembelajaran biologi di laboratorium.

Menanggapi masalah tersebut diperlukan salah satu sumber belajar mandiri untuk memberikan penguatan pengetahuan konten mahasiswa calon guru yaitu *virtual laboratory*. *Virtual laboratory* ini merupakan media interaktif yang menampilkan serangkaian alat-alat laboratorium berbentuk perangkat lunak (*software*) komputer yang dioperasikan dengan perangkat keras (*hardware*) komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya (Zainal Abidin, 2015). Tujuan kegiatan praktikum menggunakan *virtual laboratory* yang dapat diakses secara *offline*, adanya kuis interaktif, dan buku penuntun praktikum cenderung memberi peluang mahasiswa calon guru dapat menggunakannya kapan saja dan dimana saja (belajar mandiri) dan dapat meningkatkan kompetensi profesional mahasiswa calon guru dalam penguasaan materi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium PMIPA FKIP Universitas Riau, SMAN 8 Pekanbaru, dan SMAN 14 Pekanbaru pada bulan Desember 2020 – Januari 2021. Jenis penelitian ini merupakan *Research and Development (R&D)* yang menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Validasi produk dilakukan oleh 5 orang validator yang terdiri dari 3 orang dosen Pendidikan Biologi dan 2 orang guru biologi SMA. Uji coba produk dilakukan kepada mahasiswa calon guru biologi yakni mahasiswa FKIP Biologi Universitas Riau dengan keseluruhan responden sebanyak 30 mahasiswa. Penelitian ini hanya dilakukan sampai pada tahap *development*. Alur penelitian pengembangan ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Alur Pengembangan *Virtual Laboratory* Untuk Praktikum Biologi

Alur pengembangan dijabarkan secara ringkas sebagai berikut:

### a. Tahap *Analyze (Analysis)*

Peneliti menganalisis indikator esensial *content knowledge* guru Biologi Sekolah yang dapat dipraktikkan dan dikembangkan. Adapun indikator esensial yang dipilih untuk dikembangkan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kompetensi Dasar Dan Indikator Esensial Yang Akan Dikembangkan

<b>Kompetensi Dasar</b>	<b>Indikator Esensial</b>
1.8 Memahami lingkup dan kedalaman biologi sekolah	1.8.29 Mengidentifikasi struktur dan fungsi jaringan pada hewan

**b. Tahap *Design* (Perancangan)**

Perancangan ini meliputi kegiatan merancang produk yaitu *virtual laboratory* dan buku penuntun praktikum. Perancangan *virtual laboratory* terdiri dari pemilihan *software editing* (*iSpring Suite 8* dan *Adobe Photoshop CS6*), menyusun garis besar isi media dan jabaran kegiatan praktikum, *flowchart*, dan *storyboard* dengan menentukan format (*layout*, bahasa, ilustrasi, suara, dan skenario). Perancangan buku penuntun praktikum terdiri dari menyusun sistematika penulisan buku dan pembuatan isi dan desain buku.

**c. Tahap *Development* (Pengembangan)**

Tahap ini menghasilkan satu aplikasi *virtual laboratory* berisi kegiatan praktikum pengamatan preparat awetan jaringan dasar pada hewan serta menghasilkan satu buku penuntun praktikum berisi 2 bab yang terdiri dari bab I mengenai tata tertib di laboratorium dan bab II mengenai kegiatan praktikum struktur dan fungsi jaringan hewan. *Virtual laboratory* dan buku penuntun praktikum kemudian divalidasi oleh validator lalu diuji coba terbatas.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Validitas *Virtual Laboratory***

Validasi *virtual laboratory* terdiri dari 4 aspek yaitu aspek materi, aspek bahasa, aspek format dan kegrafisan, dan aspek praktis dan efektif. Validasi dilakukan untuk mengukur kualitas dari *virtual laboratory* yang telah dikembangkan. Adapun hasil validasi *virtual laboratory* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rata-Rata Validasi *Virtual Laboratory* Pada Keseluruhan Aspek

<b>No</b>	<b>Aspek</b>	<b>Rata-rata</b>	<b>Kategori</b>
1	Struktur Materi	3,77	SV
2	Bahasa	3,50	SV
3	Format dan Kegrafisan	3,57	SV
4	Praktis dan Efektif	3,63	SV
	<b>Rata-rata</b>	<b>3,62</b>	<b>SV</b>

*Keterangan: SV = Sangat Valid*

Hasil validasi keseluruhan aspek pada *virtual laboratory* berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa *virtual laboratory* memiliki kualitas yang baik dengan rerata 3,62

kategori sangat valid. Keunggulan *virtual laboratory* terdapat pada aspek struktur materi dengan memperoleh rerata tertinggi. *Virtual laboratory* memuat materi praktikum yang sesuai dengan indikator esensial yang harus dikuasai oleh mahasiswa calon guru biologi dalam mengidentifikasi struktur dan fungsi jaringan hewan. Menurut Zulkifli dan Nadjamuddin Royes (2017:123) terkait materi yang disajikan kedalam produk merupakan salah satu kompetensi professional yang harus dimiliki oleh guru, yaitu mampu menguasai dan mengembangkan materi pembelajaran yang diajarkan secara kreatif agar mudah dipahami dan tercapainya tujuan pembelajaran.

Aspek bahasa pada *virtual laboratory* menunjukkan bahwa *virtual laboratory* yang dikembangkan telah menggunakan bahasa yang komunikatif, mudah dipahami dan tidak menimbulkan penafsiran ganda. Maka dapat mempermudah pengguna dalam memahami maksud dan tujuan dari *virtual laboratory* dalam menyampaikan konsep materi. Penggunaan bahasa memiliki arti yang sangat penting karena bahasa adalah sarana untuk menyerap dan mengembangkan pengetahuan (Marinda Sari Sofiyana, *et al.*, 2016:125). Bahasa yang digunakan pada *Virtual Laboratory* ini adalah bahasa Indonesia sebagai alat komunikasi untuk menyampaikan informasi.

Berdasarkan aspek format dan kegrafisan menunjukkan bahwa *virtual laboratory* hasil pengembangan ini memiliki kualitas yang baik sebagai multimedia interaktif dari segi visual (gambar, desain *layout* dan warna), animasi, *layout interactive*, dan audio (*sound effect* dan *backsound*) yang ditampilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nelly Efrina, *et al* (2013:67) bahwa pengembangan multimedia pembelajaran interaktif merupakan media yang mampu menampilkan teks, gambar, grafik, suara, video atau animasi. Animasi pada *virtual laboratory* ini dibuat untuk mensimulasikan praktikum nyata dalam suatu sistem/program komputer agar menjadi lebih menarik dan interaktif. Gambar disajikan dalam bentuk dua dimensi (2D) yang merupakan hasil modifikasi penulis untuk mendukung tampilan simulasi materi yang dianimasikan. *Virtual laboratory* ini memiliki perpaduan warna dan desain *layout* yang sudah serasi. Menurut Rengga Ramdhani (2018:12), pemilihan warna dalam pengembangan multimedia merupakan hal penting yang turut menentukan kelayakan sebuah program karena dapat membangkitkan motivasi, perasaan, perhatian, dan kesediaan pelajar dalam belajar. *Layout interactive* pada *virtual laboratory* sudah tepat sebagai petunjuk penggunaan. *Layout interactive* memungkinkan pengguna untuk menjelajah isi *virtual laboratory* sehingga dapat berpindah dari tampilan satu ke tampilan lain (Felintina Yuniarti, 2011:46). Pemilihan musik pada *virtual laboratory* cukup sesuai dalam menciptakan suasana belajar. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Nelly Efrina, *et al* (2013), audio digunakan untuk meningkatkan motivasi dan disesuaikan dengan kenyamanan pengguna.

Aspek praktis dan efektif berkategori sangat valid. Ini berarti *virtual laboratory* hasil pengembangan telah sesuai dengan kriteria sumber belajar yang baik. Menurut Andi Prastowo (2018:45), kriteria sumber belajar yang baik dipilih berdasarkan hasil pertimbangan dari segi ekonomis, praktis dan sederhana, mudah diperoleh, bersifat fleksibel, dan komponen-komponen yang sesuai dengan tujuan. Fasilitas pendukung dalam pemakaian *virtual laboratory* ini adanya buku penuntun sebagai petunjuk praktikum maya menggunakan *virtual laboratory*. Kemudahan dalam pengoperasian dan adanya interaksi langsung dari pengguna dapat meningkatkan rasa ingin tahu dan minat belajar mahasiswa serta keefektifan *virtual laboratory* terhadap waktu belajar.

## Validitas Buku Penuntun Praktikum

Validasi buku penuntun praktikum terdiri dari 4 aspek yaitu aspek materi, aspek bahasa, aspek format dan kegrafisan, dan aspek ilustrasi dan gambar. Validasi dilakukan untuk mengukur kualitas dari buku penuntun yang telah dikembangkan. Adapun hasil validasi buku penuntun praktikum dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Validasi Buku Penuntun Praktikum Pada Keseluruhan Aspek

No	Aspek	Rata-rata	Kategori
1	Struktur Materi	3,77	SV
2	Bahasa	3,50	SV
3	Format dan Kegrafisan	3,51	SV
4	Ilustrasi dan Gambar	3,27	SV
	<b>Rata-rata</b>	<b>3,51</b>	<b>SV</b>

Keterangan: SV = Sangat Valid

Berdasarkan tabel 3 diketahui rata-rata penilaian hasil validasi keseluruhan aspek pada buku penuntun praktikum menunjukkan bahwa buku penuntun praktikum memiliki kualitas yang baik dan berguna dalam menunjang kegiatan praktikum yang dilakukan menggunakan *virtual laboratory*. Keunggulan buku penuntun praktikum terdapat pada aspek struktur materi dengan memperoleh rerata tertinggi. Sama halnya dengan *virtual laboratory*, buku penuntun praktikum memuat materi praktikum yang sesuai dengan indikator esensial yang harus dikuasai oleh mahasiswa calon guru biologi dalam mengidentifikasi struktur dan fungsi jaringan hewan. Menurut Maman Suryaman (2012:24) bahwa penalaran berkaitan dengan alur berpikir, sehingga suatu tulisan harus dikembangkan berurutan, sistematis, jelas, dan tegas. Oleh karena itu, buku penuntun disajikan dengan penyajian deskripsi buku yang baik, adanya judul materi yang memudahkan pembaca dalam mempelajari konsep, adanya sistem penomoran dan dapat menjelaskan penggunaan *virtual laboratory* dengan baik sehingga tujuan buku ini tercapai untuk mengarahkan pembaca memahami isi buku.

Aspek bahasa memiliki kategori sangat valid yang menunjukkan buku sudah dirancang dengan bahasa indonesia yang baik dan benar sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD) sehingga kalimat yang disajikan pada buku sudah jelas dan dapat dipahami dengan mudah. Badudu (dalam Isma Rusan Farhani, 2015:37) menyatakan dalam menyunting bahasa haruslah memperhatikan susunan kalimat yang baik dan tepat, dan penggunaan tanda baca sesuai dengan aturan ejaan umum yang berlaku.

Aspek format dan kegrafisan pada buku penuntun praktikum menunjukkan bahwa buku penuntun hasil pengembangan ini memiliki kualitas yang baik dan menarik dari segi visualnya, sehingga mampu menunjang kegiatan praktikum yang dilakukan. Hal ini bertujuan agar penuntun praktikum yang memiliki desain yang menarik dapat meningkatkan motivasi belajar berupa percaya diri, perhatian, relevansi, dan kepuasan. Menurut Ina Magdalena, *et al* (2020:312) mengatakan bahwa bahan ajar dapat diartikan sebagai segala bentuk bahan yang disusun secara sistematis yang memungkinkan pembaca dapat belajar secara mandiri dan dirancang sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Oleh karena itu, buku penuntun praktikum ini disusun sistematis sesuai

sistematika penulisan yang telah dirancang dimulai dari halaman sampul depan, kata pengantar, daftar isi, deskripsi buku penuntun, penjelasan materi yang dibagi menjadi beberapa bab, daftar pustaka, dan halaman sampul belakang agar pembaca dapat mudah memahami dalam mempelajari isi buku. Daya tarik pembaca terhadap bahan ajar pada umumnya lebih banyak dari bagian sampul (Ina Magdalena, *et al.*, 2020:322). Oleh sebab itu, halaman sampul didesain menarik dengan menampilkan ilustrasi yang berkaitan dengan isi buku penuntun praktikum dan memberikan informasi kepada pembaca bahwasanya buku yang dikembangkan adalah buku penuntun praktikum untuk materi struktur dan fungsi jaringan hewan. Berikutnya, salah satu komponen penting dalam sebuah buku adalah pemilihan jenis, ukuran huruf, dan spasinya. Jenis dan ukuran huruf yang dipilih memudahkan dalam keterbacaan dan jelas. Menurut Munir (2012), penggunaan teks dalam aplikasi multimedia harus memperhatikan penggunaan jenis huruf, ukuran huruf, dan style huruf.

Aspek terakhir yaitu aspek ilustrasi dan gambar menunjukkan bahwa buku penuntun praktikum hasil pengembangan sudah cukup menggambarkan isi/maksud dari informasi yang ingin disampaikan. Menurut Joneta Witabora (2012:664), ilustrasi adalah sebuah citra yang dibentuk untuk memperjelas sebuah informasi dengan memberi representasi secara visual sehingga informasi dapat lebih mudah dicerna ketika disampaikan. Gambar memiliki kualitas tinggi agar tidak mengurangi maksud isi visual tersebut dan ukuran gambar juga perlu diperhatikan agar dapat meningkatkan minat baca siswa. Maka dari itu, kualitas dan kuantitas dari gambar yang dipilih merupakan salah satu faktor yang penting dalam menarik minat pembaca.

### Hasil Uji Coba Terbatas

Uji coba terbatas tahap I dilakukan kepada 10 orang mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Riau semester VIII dengan mengisi lembar angket respon. Uji coba dilakukan untuk mengetahui tanggapan responden terhadap keterpakaian produk hasil pengembangan. Adapun hasil uji coba terbatas tahap I dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Rata-Rata Uji Coba Terbatas Tahap I

No	Produk	Rata-rata	Kategori
1	<i>Virtual laboratory</i>	3,88	SV
2	Buku Penuntun Praktikum	3,96	SV

Keterangan: SV = Sangat Valid

Uji coba terbatas tahap II dilakukan kepada 20 orang mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Riau semester VI. Adapun hasil uji coba terbatas tahap II dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rata-Rata Uji Coba Terbatas Tahap II

No	Produk	Rata-rata	Kategori
1	<i>Virtual laboratory</i>	3,80	SV
2	Buku Penuntun Praktikum	3,86	SV

Keterangan: SV = Sangat Valid

Berdasarkan tabel 4 dan 5 dapat diketahui bahwa kualitas dari *virtual laboratory* dan buku penuntun praktikum hasil pengembangan sangat baik. Hal ini dibuktikan dari respon positif yang diberikan responden terhadap *virtual laboratory* dan buku penuntun praktikum hasil pengembangan. Keseluruhan kesan responden terhadap penggunaan *virtual laboratory* yang dikembangkan menyatakan bahwa *virtual laboratory* hasil pengembangan sudah sangat menarik, interaktif, menyenangkan dan sangat direkomendasikan sebagai sumber belajar mandiri yang mendukung dalam kegiatan praktikum. Ratih Rizqi Nirwana (2011:122) mengungkapkan adanya laboratorium virtual memudahkan siapapun untuk belajar kapan saja dan di mana saja, dengan biaya yang sangat terjangkau atau bahkan gratis (jika tersedia secara *open source* di internet). Hal ini juga didukung dari penelitian Chairani, *et al* (2019:33), pembelajaran melalui media laboratorium virtual membuat proses pembelajaran terasa lebih menyenangkan, semakin mudah, dan semakin murah. Buku penuntun praktikum yang telah dikembangkan juga mempunyai ketertarikan bagi pembaca dan memberi kemudahan dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Hal ini dikarenakan buku penuntun praktikum menyajikan materi disertai beberapa gambar yang menarik disusun secara sistematis dan jelas sehingga mudah dipahami oleh mahasiswa calon guru biologi. Menurut Asif Alexander, *et al* (2018:76), supaya kegiatan praktikum dapat terlaksana dengan baik diperlukan suatu penuntun praktikum yang sistematis dan efektif.

## **SIMPULAN DAN REKOMENDASI**

### **Simpulan**

*Virtual laboratory* dan buku penuntun praktikum untuk praktikum jaringan dasar hewan yang dikembangkan berkualitas dan dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri dalam meningkatkan pengetahuan konten bagi mahasiswa calon guru biologi.

### **Rekomendasi**

*Virtual laboratory* yang dilengkapi buku penuntun praktikum ini dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri bagi mahasiswa calon guru biologi dan Peneliti selanjutnya disarankan agar dapat melanjutkan tahapan berikutnya dari penelitian pengembangan ini, yaitu uji praktikalitas, implementasi dan evaluasi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Agus Muliadi, Baiq Mirawati, dan Husnul Jannah. 2021. Efektivitas Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19 : Persepsi Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan*, 5(2):625-633.
- Andi Prastowo. 2018. Sumber Belajar dan Pusat Sumber Belajar. Depok: Prenadamedia Group. Google Books.

- Asif Alexander, Hanum Mukti Rahayu, dan Arif Didik Kurniawan. 2018. Pengembangan Penuntun Praktikum Fotosintesis Berbasis Audio Visual Menggunakan Program Camtacia Studio di SMAN 1 Hulu Gurung. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 6(2):75-82. doi:10.24815/jpsi.v6i2.12075.
- Chairani, Adeng Slamet, Ketang Wiyono. 2019. Pengembangan Virtual Laboratory Sistem Sirkulasi Pada Pembelajaran Biologi Di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 9(1):29-42.
- Dewi Hariyanti, Arinal Haq, dan Nurul Hidayat. 2020. Identifikasi Hambatan Mahasiswa Dalam Pelaksanaan Pembelajaran Biologi Secara Daring Selama Pandemi Covid-19 Di Kabupaten Jember. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(1):11-21
- Evi Suryawati dan Yenita Roza. 2017. Strengthening Prospective Teacher of Biology on Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK). *Journal of Applied Science and Technology*, 1(1):59-65.
- Felintina Yuniarti. 2011. Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Materi Pembiakan Virus. Skripsi dipublikasikan. FMIPA Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Ina Magdalena, Tini Sundari, Silvi Nurkamilah, Nasrullah, dan Dinda Ayu Amalia. 2020. Analisis Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2):311- 326.
- Isma Rusan Farhani. 2015. Analisis Kesalahan EYD (Ejaan yang Disempurnakan) pada Buku Teks Bahasa Indonesia Ekspresi Diri dan Akademik Kelas X Kurikulum 2013. Skripsi dipublikasikan. FKIP UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Maman Suryaman. 2012. Penggunaan Bahasa di Dalam Penulisan Buku Nonteks Pelajaran. Makalah, FSB Universitas Negeri Yogyakarta.
- Marinda Sari Sofiyana, Fatchur Rohman, dan Murni Saptasari. 2016. Pengembangan Buku Referensi Bioekologi Berdasarkan Kajian Struktur Komunitas Lumut Epifit di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Konstruktivisme*, 8(2):301-316.
- Munir. (2012). *Multimedia Konsep & Aplikasi Dalam Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Nelly Efrina, Fuad Abd Rachman, dan Aisyah AR. 2013. Pengembangan Multimedia Interaktif Pada Pembelajaran Kimia Untuk Madrasah Aliyah. *Inovasi Pendidikan*, 2(1):65-78.

- Ratih Rizqi Nirwana. 2011. Pemanfaatan Laboratorium Virtual dan E-Reference Dalam Proses Pembelajaran dan Penelitian Ilmu Kimia. *Jurnal Phenomenon*, 1(1):115-123.
- Rengga Ramdhani. 2018. Rancang Bangun Aplikasi Multimedia Pengenalan Budaya Indonesia Berbasis Android Untuk Anak Sekolah Dasar. Doctoral dissertation. Universitas Siliwangi.
- Rika Sukmawati. 2019. Analisis Kesiapan Mahasiswa Menjadi Calon Guru Profesional Berdasarkan Standar Kompetensi Pendidik. *Jurnal Analisa*, 5(1):95-102. doi:10.15575/ja.v5i1.4789.
- Sofyan Anif. 2013. Profil Kompetensi Profesional Guru Mapel Biologi Pasca Sertifikasi di Karesidenan Surakarta. *Varia Pendidikan*, 25(2):205-223.
- Zainal Abidin Suarja. 2015. Penggunaan Laboratorium Virtual Pada Pembelajaran Biologi Di SMA Kota Banda Aceh. *Jurnal Bio-Natural*, 1(2):33-38.
- Zulkifli dan Nadjamuddin Royes. 2017. Profesionalisme Guru Dalam Mengembangkan Materi Ajar Bahasa Arab di MIN 1 Palembang. *Jurnal Ilmiah PGMI*, 3(2):120-133.