

**PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY*  
PADA MATERI METABOLISME SEBAGAI  
ALTERNATIF KEGIATAN PRAKTIKUM SISWA  
KELAS XII SMA/MA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Pendidikan  
Dalam ilmu Pendidikan Biologi



Oleh: **M. Barri Rashwanda**

NIM : 1708086042

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM  
NEGERI WALISONGO SEMARANG**

**2022**

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : M. Barri Rashwanda

NIM : 1708086042

Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATERI  
METABOLISME SEBAGAI ALTERNATIF KEGIATAN  
PRAKTIKUM SISWA KELAS XII SMA/MA.**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 15 Desember 2022

Pembuat Pernyataan,



**M. Barri Rashwanda**

**NIM: 1708086042**

## **LEMBAR PENGESAHAN**

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan *Virtual Laboratory* Pada Materi  
Metabolisme Sebagai Alternatif Kegiatan Praktikum  
Siswa Kelas XII SMA/MA.

Penulis : M. Barri Rashwanda

NIM : 1708086042

Jurusan : Pendidikan Biologi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat  
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana  
dalam Ilmu Pendidikan Biologi.

Semarang, Desember 2022

### **DEWAN PENGUJI**

Penguji I,

Penguji II,

Nama

Nama

NIP:

NIP

Penguji III,

Penguji IV,

Nama

Nama

NIP:

NIP:

## NOTA DINAS

Semarang, 16 Desember 2022

Yth.

### **Dekan Fakultas Sains dan Teknologi**

Universitas Islam Negeri Walisongo  
di Semarang

*Assalamu'alaikum. wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan *Virtual Laboratory* Pada Materi  
Metabolisme Sebagai Alternatif Kegiatan  
Praktikum Siswa Kelas XII SMA/MA.

Nama : M. Barri Rashwanda

NIM : 1708086042

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Munaqsyah.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*

Pembimbing I,



Bunga Ihda Norra, M.Pd.  
NIDN. 2003098601

## NOTA DINAS

Semarang, 16 Desember 2022

Yth.

### **Dekan Fakultas Sains dan Teknologi**

Universitas Islam Negeri Walisongo  
di Semarang

*Assalamu'alaikum. wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan *Virtual Laboratory* Pada Materi  
Metabolisme Sebagai Alternatif Kegiatan  
Praktikum Siswa Kelas XII SMA/MA.

Nama : M. Barri Rashwanda

NIM : 1708086042

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Munaqsyah.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*

Pembimbing II,



Erna Wijayanti, M.Pd

NIP.199011262019032019

## ABSTRAK

Media pembelajaran berperan penting dalam membantu pencapaian kompetensi pembelajaran, salah satunya adalah keterampilan. Pelaksanaan kegiatan praktikum penting dilaksanakan untuk mencapai kompetensi keterampilan siswa, namun kenyataannya sering terkendala sarana dan waktu. Guna menjawab permasalahan tersebut peneliti mengembangkan *Virtual Laboratory* bernama META Labs. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan hasil pengembangan dan menyajikan tingkat kelayakan *Virtual laboratory* pada materi metabolisme. Produk ini dapat digunakan sebagai alternatif pengganti kegiatan praktikum metabolisme jika mengalami kendala waktu dan sarana serta sebagai bahan belajar mandiri siswa. Jenis penelitian pengembangan ini menggunakan model ADDIE yang terdiri dari tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Data diperoleh melalui wawancara dan angket. Subjek penelitian ini terdiri dari Guru biologi dan 30 siswa kelas XII MAN Kendal. META Labs merupakan media alternatif pengganti praktikum yang dapat diinstal pada perangkat android dan windows. Hasil validasi META Labs yang dikembangkan oleh ahli media mendapatkan hasil sebesar 84% dengan kategori sangat layak, sedangkan ahli materi sebesar 84% dengan kategori sangat layak. Berdasarkan penilaian guru terhadap META Labs memperoleh hasil sebesar 89% dengan kategori sangat layak, sedangkan tanggapan siswa memperoleh hasil sebesar 86% dengan kategori sangat layak. Jika keseluruhan hasil di rata-rata maka diperoleh hasil sebesar 85,75%. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa META Labs tergolong sangat layak untuk digunakan sebagai alternatif kegiatan praktikum dalam pembelajaran.

**Kata kunci:** Aplikasi, Android, Windows, Virtual Laboratory, Biologi, Media pembelajaran, Metabolisme.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum. wr. wb.*

*Alhamdulillah*, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan hidayah, rahmat, dan ridho-NYA serta kemudahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengembangan *Virtual Laboratory* Pada Materi Metabolisme Sebagai Alternatif Kegiatan Praktikum Siswa Kelas XII SMA/MA”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa turunkan kepada Nabi Muhammad SAW, semoga kita dapat mendapatkan syafaatnya di dunia dan juga di akhirat. Amin.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pendidikan biologi. Harapannya penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan meskipun masih jauh dari kata sempurna.

Selama penyusunan skripsi penulis telah banyak menerima bantuan, kerja sama dan sumbang pikiran dari berbagai pihak. Sehingga penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa menyayangi, menjaga, menolong, membimbing, memberikan kesehatan serta merahmati penulis dalam setiap keadaan.
2. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag Rektor UIN Walisongo Semarang
3. Bapak Dr. Listyono, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi.
4. Ibu Bunga Ihda Norra, M.Pd, serta ibu Erna Wijayanti, M.Pd selaku dosen pembimbing yang membimbing

dengan sabar, memberi masukan dan koreksi pada skripsi ini.

5. Bapak Chusnul Adib M,Pd. selaku validator materi serta Widi Cahya Adi M,Pd selaku validator media.
6. Ibu Dra. Miswari M.Ag selaku dosen wali yang telah membantu, serta membimbing selama masa perkuliahan.
7. Segenap Guru maupun Dosen serta pegawai dan seluruh civitas akademika di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo terhusus Jurusan biologi.
8. Nurus samah, selaku Guru Biologi MAN Kendal yang membantu dan memberikan izin dalam penelitian.
9. Kedua orang tua penulis tercinta Bapak M Zahid dan Ibu Badi'ah yang senantiasa memberikan dukungan baik moral maupun materi serta doa dan kasih sayang.
10. Teman-teman "*Nichea17*", "*Rajawali*", "*ircost fams*", dll yang telah banyak memberikan dukungan, pengalaman, pembelajaran serta aspirasi selama di Semarang.
11. Semua pihak yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil yang tidak dapat Penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian skripsi ini masih belum sempurna. Mohon maaf jika terdapat kata-kata yang kurang berkenan. Semoga Allah Subhanahu Wata'ala memberikan balasan berlipat ganda kepada semua pihak yang berbaik hati membantu penulis dalam menyusun skripsi ini. *Barakallahu fikum*. Penulis berharap penelitian ini dapat

bermanfaat bagi ilmu pengetahuan, pembaca serta masyarakat luas. *Aamiin*

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Semarang, 15 Desember 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Barri Rashwanda', written in a cursive style.

M. Barri Rashwanda

## Daftar Isi

<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b>	I
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	II
<b>NOTA DINAS</b>	IV
<b>NOTA DINAS</b>	V
<b>ABSTRAK</b>	VI
<b>KATA PENGANTAR</b>	VII
<b>Daftar Isi</b>	X
<b>Daftar Tabel</b>	XII
<b>Daftar Gambar</b>	XIII
<b>BAB I</b>	1
<b>PENDAHULUAN</b>	1
<b>A. Latar Belakang</b>	1
<b>B. Identifikasi Masalah</b>	8
<b>C. Pembatasan Masalah</b>	9
<b>D. Rumusan Masalah</b>	9
<b>E. Tujuan Pengembangan</b>	10
<b>F. Manfaat Pengembangan</b>	10
<b>G. Asumsi Pengembangan</b>	12
<b>H. Spesifikasi Produk yang dikembangkan.</b>	13
<b>BAB II</b>	14
<b>KAJIAN PUSTAKA</b>	14
<b>A. Kajian Teori</b>	14
<b>1. Media Pembelajaran <i>Virtual Laboratory</i></b>	14

2. Pembelajaran Biologi	19
B. Kajian Penelitian yang Relevan	21
C. Kerangka Berpikir	25
<b>BAB III</b>	26
<b>METODE PENELITIAN</b>	26
A. Model Pengembangan	26
B. Prosedur Pengembangan	27
C. Desain Uji Coba Produk	31
<b>BAB IV</b>	38
A. Hasil Pengembangan Produk Awal	38
B. Hasil Uji Coba Produk	50
C. Revisi Produk	56
D. Kajian Produk Akhir	61
E. Keterbatasan Penelitian	74
<b>BAB V</b>	75
<b>Simpulan dan Saran</b>	75
A. Simpulan tentang Produk	75
B. Saran Pemanfaatan Produk	77
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut	77
<b>Daftar Pustaka</b>	78
<b>Lampiran</b>	83

## **Daftar Tabel**

<b>Tabel 3.1.</b>	Skor Penilaian Likert	<b>36</b>
<b>Tabel 3.2.</b>	Skor Tanggapan	<b>36</b>
<b>Tabel 3.3</b>	Kriteria Kelayakan Media	<b>37</b>
<b>Tabel 4.1</b>	Hasil Validasi Ahli Media	<b>51</b>
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil Validasi Ahli Materi	<b>52</b>
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil Validasi Ahli	<b>53</b>
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil uji coba terhadap guru	<b>54</b>
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil uji coba terhadap siswa	<b>55</b>
<b>Tabel 4.6</b>	Revisi pada menu Dasar Teori	<b>56</b>
<b>Tabel 4.7</b>	Revisi Praktikum enzim katalase	<b>58</b>
<b>Tabel 4.8</b>	Revisi menu Referensi	<b>59</b>
<b>Tabel 4.9</b>	Revisi menu Kompetensi	<b>60</b>
<b>Tabel 4.10</b>	Revisi menu Profil	<b>61</b>
<b>Tabel 4.11</b>	Tahapan Validasi	<b>62</b>
<b>Tabel 4.12</b>	hasil uji coba aspek fungsi keseluruhan	<b>64</b>

## **Daftar Gambar**

<b>Gambar2.1</b>	Kerangka Berpikir	<b>25</b>
<b>Gambar 4.1</b>	Proses desain layout dengan Adobe Photoshop	<b>43</b>
<b>Gambar 4.2</b>	Proses pembuatan aplikasi dengan Adobe Animate	<b>44</b>
<b>Gambar 4.3</b>	Proses pembuatan aplikasi dengan Adobe Animate	<b>44</b>
<b>Gambar 4.4</b>	Home Screen	<b>45</b>
<b>Gambar 4.5</b>	Main Menu	<b>45</b>
<b>Gambar 4.6</b>	Kompetensi Inti	<b>45</b>
<b>Gambar 4.7</b>	Kompetensi Dasar	<b>46</b>
<b>Gambar 4.8</b>	Teori Enzim	<b>46</b>
<b>Gambar 4.9</b>	Teori Ingenhous	<b>46</b>
<b>Gambar 4.10</b>	Profil	<b>47</b>
<b>Gambar 4.11</b>	Referensi	<b>47</b>
<b>Gambar 4.12</b>	Pilihan Referensi	<b>47</b>
<b>Gambar 4.13</b>	Referensi	<b>48</b>

<b>Gambar 4.14</b>	Pilihan Praktikum	<b>48</b>
<b>Gambar 4.15</b>	Praktikum Ingenhousz	<b>48</b>
<b>Gambar 4.16</b>	Praktikum enzim Katalase	<b>49</b>
<b>Gambar 4.17</b>	Perbandingan hasil uji coba produk	<b>63</b>
<b>Gambar 4.18</b>	Hasil tanggapan siswa	<b>65</b>
<b>Gambar 4.19</b>	tampilan akhir splash screen	<b>66</b>
<b>Gamar 4.20</b>	tampilan akhir home	<b>66</b>
<b>Gambar 4.21</b>	tampilan akhir menu	<b>66</b>
<b>Gambar 4.22</b>	tampilan akhir tutorial	<b>67</b>
<b>Gambar 4.23</b>	tampilan akhir menu kompetensi	<b>67</b>
<b>Gambar 4.24</b>	tampilan akhir menu dasar teori	<b>67</b>
<b>Gambar 4.25</b>	tampilan akhir referensi	<b>68</b>
<b>Gambar 4.26</b>	tampilan akhir profil	<b>68</b>
<b>Gambar 4.27</b>	tampilan akhir praktikum enzim katalase	<b>68</b>
<b>Gambar 4.28</b>	tampilan akhir QnA praktikum enzim katalase	<b>69</b>

<b>Gambar 4.29</b>	tampilan akhir praktikum Ingenhousz	<b>69</b>
<b>Gambar 4.30</b>	tampilan akhir QnA praktikum ingenhousz	<b>69</b>
<b>Gambar 4.31</b>	QR code download aplikasi	<b>70</b>
<b>Gambar 4.32</b>	panduan download aplikasi di web	<b>70</b>
<b>Gambar 4.33</b>	panduan download aplikasi di google drive	<b>71</b>
<b>Gambar 4.34</b>	panduan tampilan awal	<b>71</b>
<b>Gambar 4.35</b>	panduan main menu	<b>72</b>
<b>Gambar 4.36</b>	panduan menu laboratorium	<b>73</b>
<b>Gambar 4.37</b>	panduan praktikum ingenhousz	<b>73</b>
<b>Gambar 4.38</b>	panduan praktikum enzim katalase	<b>73</b>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Seiring berkembangnya zaman, terdapat perubahan pada perilaku manusia. Perubahan perilaku tersebut merupakan upaya manusia agar tetap bertahan dalam menghadapi tantangan perkembangan zaman. Upaya beradaptasi ini termasuk dalam bidang perkembangan teknologi yang semakin hari semakin canggih. Hal ini juga berlaku pada sistem pendidikan yang harus mengikuti perkembangan dan teknologi dan perubahan zaman. Tantangan yang dihadapi dunia pendidikan saat ini adalah terjadinya pandemi COVID-19 serta peserta didik yang termasuk dalam generasi digital native. Guna menjawab tantangan yang ada, lembaga pendidikan memiliki peran penting guna mencapai tujuan pendidikan nasional.

Pendidikan Nasional abad XXI dalam dokumen Badan Nasional Standar Pendidikan (BNSP) tahun 2010 bercita-cita mewujudkan masyarakat dengan sumber daya manusia yang unggul, yaitu manusia yang mandiri, berkemauan, dan mampu mewujudkan cita-cita bangsa, seperti manusia Indonesia yang sukses dan bahagia yang memiliki kedudukan terhormat dan setara dengan bangsa

lain di dunia internasional. Pasal 3 UU No. 20 Tahun 2003 menyatakan bahwa tujuan pendidikan nasional adalah untuk mengembangkan keterampilan dan budaya serta karakter bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa. Selain itu, setiap lulusan sekolah dasar dan menengah memiliki kompetensi dalam tiga bidang, yaitu sikap, pengetahuan, dan keterampilan, sesuai Permendikbud No. 20 Tahun 2016. Hal tersebut menyiratkan bahwa capaian dalam pembelajaran tidak hanya terbatas dalam dimensi pengetahuan yang berupa teori saja, namun sikap dan keterampilan tidak kalah penting untuk dicapai sebagai upaya mewujudkan cita-cita bangsa.

Sesuai dengan Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, Pendidikan merupakan proses sadar yang bertujuan untuk membentuk lingkungan belajar serta proses pembelajaran yang membantu peserta didik mengembangkan potensi dirinya secara positif dan membekalinya dengan kemampuan yang dibutuhkan masyarakat, bangsa dan negara, antara lain kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, intelektual dan akhlak mulia. Hal ini menjelaskan bahwa pendidik memiliki peran krusial untuk menciptakan

pembelajaran yang menyenangkan agar siswa dapat mengelaborasi potensi yang dimiliki.

Dalam keadaan seperti ini, pembelajaran merupakan interaksi yang berlangsung secara langsung maupun tidak langsung antara siswa, guru, dan perangkat pembelajaran (Rusman et al, 2012). Dalam sebuah pembelajaran diperlukan perantara antara pendidik dan peserta didik yang berupa media pembelajaran. Menurut Kustandi (2011) media berperan sebagai sarana penyampai pesan dari pengirim kepada khalayak yang dituju. Lebih tepatnya, dalam pembelajaran media sering dipahami sebagai instrumen visual, fotografi, atau elektronik untuk merekam, menganalisis, dan menciptakan kembali informasi lisan atau visual. Kemajuan teknologi yang selalu berubah tidak dapat dipisahkan dari media pembelajaran. Guru dan calon guru sekarang harus mengikuti kemajuan teknologi untuk melaksanakan pengajaran di abad 21. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat berupa penggunaan teknologi sebagai media pembelajaran seperti *powerpoint*, game edukasi, media interaktif, *Virtual Laboratory* serta media berbasis web. Namun realitanya tidak semua pendidik mampu untuk melaksanakan hal

tersebut karena keterbatasan sarana dan *skill* yang dimiliki.

Menurut penelitian Norra (2020), media online dan powerpoint merupakan perangkat pembelajaran yang paling sering digunakan di kelas XII. Media yang belum banyak tersedia adalah media interaktif, dengan persentase ketersediaan dan penggunaan sebesar 4%. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan pengembangan media interaktif di kelas XII masih sangat dibutuhkan guna menciptakan pembelajaran yang bervariasi dan lebih menyenangkan. Selain itu, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran diperlukan guna mengimbangi perkembangan zaman dan peserta didik yang tergolong dalam generasi "*Digital Native*". Menurut Prensky (2001), istilah "digital native generation" mengacu pada mereka yang lahir di era digital dan dianggap sebagai pengguna gadget alami.

Biologi merupakan disiplin ilmu yang mengembangkan fakta dan teori tentang fenomena alam melalui pengamatan, eksperimen, dan analisis logis (Yuniarti, 2012). Suarja (2015) menambahkan bahwa Pengembangan keterampilan berpikir analitis, induktif, dan deduktif merupakan komponen kunci dari

pembelajaran biologi untuk membantu siswa memahami lingkungan di sekitar mereka. Untuk memperoleh itu semua, biologi ataupun ilmu sains lainnya membutuhkan ruang untuk siswa melakukan kegiatan yang berkaitan dengan materi, oleh karena itu diperlukan lah laboratorium sains/science laboratory. Salam (2010) menegaskan bahwa tujuan utama eksperimen adalah untuk menunjang pembelajaran dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang dikaji.

Sasaran kurikulum terdiri dari empat kompetensi yaitu sikap, spiritualitas, pengetahuan, dan keterampilan, sesuai Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pendidikan Dasar dan Menengah Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 37 Tahun 2018. Keterampilan merupakan salah satu *goal* akhir proses pembelajaran yang harus dicapai melalui berbagai metode. Termasuk salah satunya adalah kompetensi keterampilan pada materi metabolisme kelas XII yaitu KD 4.2 yang memiliki tujuan untuk menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mencapai tujuan tersebut, praktikum harus dilaksanakan selama proses pembelajaran ini. Namun karena terbatasnya

fasilitas, peralatan, dan waktu, tidak semua guru mampu melaksanakan kegiatan pembelajaran dalam bentuk praktikum. Terutama saat terjadinya epidemi COVID-19 yang menyebabkan pembelajaran dilaksanakan secara online.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilaksanakan di MAN Kendal pada hari rabu tanggal 28 September 2021 melalui wawancara kepada guru mata pelajaran dan siswa didapatkan hasil berupa: 1) pembelajaran di MAN Kendal untuk saat ini dilaksanakan secara tatap muka dengan protokol kesehatan, 2) siswa kesulitan untuk memahami materi metabolisme karena melibatkan begitu banyak reaksi kimia dan siklus yang terjadi. 3) penggunaan media yang terintegrasi dengan teknologi informasi dan komunikasi masih belum dimanfaatkan dalam pelaksanaan pembelajaran materi metabolisme. 4) keterbatasan waktu dan platform pembelajaran selama epidemi COVID19 menghambat pembelajaran, serta menghambat pelaksanaan praktikum, 5) menurut siswa praktikum merupakan kegiatan yang penting untuk dilaksanakan agar lebih memahami materi.

Menurut Mardin (2017) berdasarkan persepsi guru biologi materi metabolisme termasuk sebagai topik yang

sulit. Rahmat dan Riandi (2010) menambahkan hal serupa bahwa salah satu materi biologi yang sangat esoteris dan menantang untuk dipahami adalah topik metabolisme. Subtopik enzim, respirasi dan fotosintesis merupakan topik yang sulit dipahami siswa menurut penelitian Wahyuni (2013).

Berdasarkan hasil observasi dan penjelasan diatas, pelaksanaan kegiatan praktikum perlu dilaksanakan agar mencapai kompetensi dasar yang telah ditetapkan. Hal ini dapat dibantu dengan menggunakan media yang mampu memvisualkan proses-proses yang terjadi seperti menggunakan *adobe flash* dan *powerpoint*. Hal ini juga selaras dengan saran dari Wahyuni (2013) dalam pemanfaatan media untuk materi metabolisme menggunakan media *powerpoint*, *macromedia flash*, atau membuatnya pada media karton.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, diperlukan adanya pengembangan platform pembelajaran berbentuk digital sebagai upaya menghadapi tantangan zaman, serta guna mencapai tujuan pembelajaran yang telah dicanangkan. Salah satunya dengan pengembangan *virtual laboratory* sebagai alternatif kegiatan praktikum yang masih terkendala dalam pelaksanaannya. Nirwana

(2011) menjelaskan bahwa *virtual laboratory* merupakan media yang dapat digunakan untuk mempelajari suatu topik dan mengatasi kekurangan/kendala peralatan. Ariyanti, dkk. (2014) menambahkan bahwa media laboratorium virtual adalah perangkat lunak yang menciptakan lingkungan belajar yang mirip dengan realitas. Hal ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan pelaksanaan kegiatan praktikum yang terkendala. Maka penulis melaksanakan penelitian **“Pengembangan *Virtual Laboratory* pada materi Metabolisme sebagai alternatif kegiatan praktikum kelas XII SMA”**. Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian mengenai *virtual laboratory* sebagai alternatif pengganti praktikum, belum pernah dilaksanakan pengembangan *virtual laboratory* pada materi metabolisme dalam bentuk aplikasi android dan windows.

## **B. Identifikasi Masalah**

Mempertimbangkan beberapa penjelasan yang diberikan dalam latar belakang masalah, masalah dapat didefinisikan sebagai berikut.:

1. Praktikum materi metabolisme masih belum dilaksanakan karena terbatasnya waktu dan platform.

2. Media pembelajaran yang belum terintegrasi TIK.

### **C. Pembatasan Masalah**

Berikut adalah beberapa batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Produk yang dikembangkan berupa *Virtual Laboratory* sebagai alternatif pengganti kegiatan praktikum metabolisme.
2. *Virtual Laboratory* yang dikembangkan digunakan untuk kelas XII SMA jurusan IPA.
3. *Virtual Laboratory* yang dikembangkan berdasarkan dengan KI (4) dan KD 4.2 kelas XII kurikulum 2013.
4. *Virtual Laboratory* dikembangkan menggunakan *software* Adobe Animate yang memuat simulasi praktikum enzim katalase dan percobaan Ingenhousz.
5. Uji coba produk dilaksanakan hanya kepada 30 responden.

### **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang ditentukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hasil pengembangan *Virtual Laboratory* pada materi Metabolisme?
2. Bagaimana tingkat kelayakan media *Virtual Laboratory* pada materi Metabolisme?

#### **E. Tujuan Pengembangan**

1. Mendeskripsikan hasil pengembangan *Virtual Laboratory* pada materi Metabolisme.
2. Menyajikan tingkat kelayakan media *Virtual Laboratory* pada materi Metabolisme.

#### **F. Manfaat Pengembangan**

1. Manfaat teoritis:
  - a. menghasilkan saran untuk meningkatkan materi pembelajaran yang kreatif, menarik, dan efektif.
  - b. Memberikan sumbangan ilmiah berupa skripsi pengembangan *virtual laboratory* pada materi metabolisme sebagai alternatif kegiatan praktikum.
  - c. Sebagai landasan dan referensi untuk penelitian-penelitian kedepannya berkaitan dengan media pembelajaran.
2. Manfaat praktis:
  - a. Bagi Siswa

- 1) Membantu siswa dalam memahami mata pelajaran.
  - 2) Meningkatkan motivasi belajar siswa.
  - 3) Mendorong partisipasi siswa di kelas.
  - 4) Dorong anak untuk melanjutkan pendidikan di rumah.
  - 5) Jadikan pembelajaran menyenangkan bagi siswa.
  - 6) Meningkatkan keimanan dan ketakwaan serta memberikan rasa cinta kepada Allah SWT.
- b. Bagi Guru
- 1) Memudahkan guru dalam memahami materi pelajaran.
  - 2) Meningkatkan taraf pendidikan.
  - 3) Menambah variasi penggunaan media praktikum untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.
- c. Bagi Sekolah
- 1) Menambah koleksi media pembelajaran yang bermanfaat untuk digunakan dalam proses pembelajaran.
  - 2) Meningkatkan kualitas sekolah karena peningkatan kualitas pembelajaran.

d. Bagi Dunia Pendidikan

- 1) Memberikan sarana alternatif penggunaan media praktikum sebagai upaya mencapai tujuan pembelajaran.
- 2) Memberikan inovasi dalam penyampaian materi pembelajaran.

**G. Asumsi Pengembangan**

1. Pengembangan dalam bentuk "*Virtual Laboratory* pada materi metabolisme" sebagai sarana sumber belajar, sarana pendukung pembelajaran biologi SMA di Indonesia khususnya siswa MAN Kendal.
2. Model penelitian pengembangan ini menggunakan model *ADDIE* (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*).
3. Validasi produk dilaksanakan oleh dua dosen ahli dan subjek penelitian, antara lain:
  - a. Dosen ahli di bidang Biologi, khususnya di bidang metabolisme.
  - b. Dosen ahli media.
  - c. Untuk menguji kelayakan suatu produk digunakan 30 responden sebagai subjek penelitian, termasuk guru biologi dan siswa.

4. Analisis data penilaian pada saat validasi kelayakan produk berdasarkan penilaian keseluruhan penelitian.

#### **H. Spesifikasi Produk yang dikembangkan.**

Produk akhir yang dihasilkan berupa media simulasi praktikum pada materi metabolisme yang memuat simulasi praktikum enzim katalase, dan percobaan Ingenhousz. Media *Virtual Laboratory* tersebut dibuat dengan menggunakan *software* Adobe Animate.

Media *Virtual Laboratory* yang dikembangkan terdiri atas splash screen, home screen dan main menu. Main menu terdiri atas kompetensi dasar, profil, dasar teori, laboratorium dan referensi. Menu laboratorium merupakan menu yang memuat simulasi praktikum enzim katalase dan uji ingenhousz. Praktikum yang termuat dalam menu laboratorium merupakan kegiatan interaktif yang disesuaikan agar dapat merepresentasikan kegiatan praktikum di laboratorium secara langsung/nyata.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Media Pembelajaran *Virtual Laboratory***

Media berasal dari Bahasa latin yaitu “medium” yang bersifat jamak yang secara harfiah berarti perantara antara sumber pesan dengan penerima pesan (Krisnadi, 2019). Menurut Kustandi (2011) media berperan sebagai sarana penyampai pesan dari pengirim kepada khalayak yang dituju Sedangkan, istilah bahasa Arab untuk "media" adalah "wasaaila", yang berarti tindakan mentransmisikan pesan kepada audiens yang dituju (Sumiharsono, 2017).

Tafanao (2018) menjelaskan segala sesuatu yang digunakan untuk menyampaikan informasi dari guru kepada siswa untuk membangkitkan rasa ingin tahu dan semangat belajar mereka dianggap sebagai media pembelajaran. Selain itu, Daryanto (2010), media pembelajaran ialah perangkat yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan pendidikan dan membangkitkan minat siswa dalam melakukan kegiatan pembelajaran.

Sedangkan menurut Ramli (2012), media pembelajaran merupakan alat pengajaran berwujud benda atau peristiwa dan memungkinkan siswa memperoleh informasi dan keterampilan. Mempertimbangkan pendapat tersebut, dapat diartikan bahwa media pembelajaran ialah sarana pengantar yang mampu meningkatkan interaksi antara pendidik dengan peserta didik guna mencapai tujuan pembelajaran.

Media pembelajaran merupakan salah satu bagian krusial dalam pembelajaran yang memiliki berbagai macam manfaat dalam membantu mencapai tujuan pembelajaran. Menurut Arsyad (2003) manfaat media pembelajaran dalam proses pembelajaran diantaranya;

- a. meningkatkan pembelajaran dengan membuat pesan dan informasi lebih jelas dalam penyampaiannya.
- b. Meningkatkan motivasi belajar siswa.
- c. Mengatasi keterbatasan waktu dan ruang.
- d. Dapat memberikan pengalaman yang setara pada siswa.

Hal serupa juga dijelaskan oleh Hamdani (2013) bahwa media pembelajaran memberikan manfaat dalam proses pembelajaran, diantaranya;

- a. Pesan yang disampaikan lebih jelas.
- b. Dapat menjadi sarana untuk melampaui batasan apa pun, termasuk batasan waktu, jarak, dan lainnya.
- c. Untuk menumbuhkan semangat belajar, siswa dengan berinteraksi langsung dengan sumber belajar.
- d. Memberikan peserta didik kesempatan untuk belajar mandiri sesuai bakat dan kemampuan visual, auditori, dan kinestetik yang dimilikinya
- e. Dapat memberikan stimulus kepada peserta didik untuk memunculkan persepsi.

Media pembelajaran memiliki berbagai macam jenis diantaranya:

- a. Media berupa manusia yaitu (guru, instruktur, tutor, dan lain-lain),
- b. Media cetak yaitu (buku, panduan, buku paket, LKS dan koran,)
- c. Media visual yaitu (gambar, charts, peta, grafik, dll),

- d. Media audio-visual yaitu (televisi, video, film, dll),
- e. Media berbasis teknologi yaitu (*software* laptop, aplikasi *smartphone*, dan video interaktif) (Arsyad, 2013).

Menurut Arsyad (2011) Media pembelajaran berbasis teknologi (komputer) merupakan penyampaian materi atau pesan dari guru ke siswa melalui media digital. Media pembelajaran berbasis teknologi terdiri atas bermacam-macam media yang memanfaatkan komputer sebagai media pembelajaran atau sebagai pendukung dalam pembuatan media pembelajaran, salah satunya adalah media pembelajaran *Virtual Laboratory*. Wibawanto (2020) mendefinisikan *Virtual Laboratory* sebagai perangkat lunak multisensor yang bersifat interaktif dan mereplikasi kegiatan praktikum di laboratorium nyata untuk meniru praktikum tertentu.

*Virtual Laboratory* merupakan simulasi eksperimen IPA yang dapat diakses oleh peserta didik (Wisudawati dkk, 2014). Hal tersebut juga diperjelas oleh pendapat Ariyanti, dkk (2014) bahwa media *virtual lab* merupakan perangkat lunak yang

menciptakan lingkungan belajar yang mirip dengan realitas. Selain itu, Yusuf dan Subaer (2013) menambahkan bahwa *Virtual Laboratory* dapat dimaksudkan sebagai software untuk mensimulasikan kegiatan laboratorium seperti percobaan nyata sehingga siswa dapat mengembangkan kemampuan *problem solving*. Menurut Nirwana (2011) *Virtual Laboratory* merupakan media yang digunakan untuk membantu memahami topik serta dapat mengatasi keterbatasan/ketiadaan perangkat laboratorium. Mempertimbangkan pendapat di atas *Virtual Laboratory* dapat dimanfaatkan sebagai alternatif penyelesaian masalah pelaksanaan praktikum yang dialami saat pembelajaran.

kelebihan pemanfaatan *Virtual Laboratory* untuk kegiatan praktikum menurut Rokhim (2020) diantaranya:

- a. Refleksi dapat diterima dengan lebih cepat dan memperbaiki konsepsi dari materi yang dipelajari.
- b. Praktikum dapat dilaksanakan dengan biaya yang lebih terjangkau dan dapat dikerjakan dengan lebih aman.

- c. Siswa dapat belajar secara mandiri menggunakan instrumen dan merencanakan percobaan sesuai dengan petunjuk praktikum.
- d. Pemahaman konseptual siswa menjadi lebih baik melalui simulasi dan visualisasi yang memadai.

## **2. Pembelajaran Biologi**

Salah satu disiplin ilmu pengetahuan alam/sains adalah biologi (Wulandari, 2020) yang berkaitan erat dengan pengalaman secara langsung dalam pembelajaran. Pengalaman langsung dalam pembelajaran tersebut dialami siswa melalui kegiatan praktikum. Berdasarkan Permendikbud nomor 22 tahun 2016 karakteristik pembelajaran pada setiap satuan pendidikan terkait erat dengan Standar Kompetensi Lulusan dan Standar Isi. Sesuai dengan Standar Kompetensi Lulusan, sasaran pembelajaran meliputi ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan (Rhosalia, 2017). Oleh karena itu, pembelajaran Kurikulum 2013 revisi mengacu pada pengembangan ranah tersebut secara holistik tanpa ada yang terlewatkan, termasuk kegiatan praktikum dalam pembelajaran guna mencapai dimensi keterampilan

dalam kurikulum tersebut, serta memberikan pengalaman empiris kepada peserta didik.

Menurut Munandar (2016), praktikum dapat dimanfaatkan untuk menanamkan pengetahuan, kemampuan, dan sikap. Sementara laboratorium didefinisikan sebagai ruang untuk melakukan berbagai jenis eksperimen atau penelitian, praktikum mampu meningkatkan pengetahuan konseptual dan kemampuan prosedural siswa (Sitorus,dkk, 2013). Berdasarkan observasi yang telah dilaksanakan di MAN Kendal sebelumnya pada pembelajaran materi metabolisme masih belum dilaksanakan praktikum karena keterbatasan waktu dan *platform*. Oleh karena itu diperlukan adanya alternatif pengganti praktikum secara langsung sebagai langkah untuk mencapai dimensi atau kompetensi keterampilan. Berdasarkan permendikbud no. 37 tahun 2018 kompetensi keterampilan pada materi metabolisme kelas XII tercantum dalam KD 4.2 yaitu Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob. Oleh karena itu sangat penting kegiatan praktikum dilaksanakan untuk mencapai hal tersebut.

## **B. Kajian Penelitian yang Relevan**

Sejalan dengan pokok bahasan penelitian ini, kajian-kajian penelitian yang relevan berupa data karya ilmiah atau penelitian akan digunakan sebagai referensi. Penelitian sebelumnya yang mendukung penelitian ini diantaranya:

1. Penelitian Mirawati, etc tahun 2021 dengan judul “Pengembangan *Virtual Laboratory* Berbasis Android Pada Mata Pelajaran Biologi Di Sman 1 Abung Semuli Lampung Utara”. Produk media pembelajaran yang dikembangkan yaitu *Virtual Laboratory* berbasis android dengan hasil uji coba kepada Ahli dan Pengguna, Aplikasi dinyatakan Valid, Praktis, dan Efektif digunakan Guru Biologi dan Siswa kelas XI MIPA dalam menunjang pembelajaran Biologi materi Sistem pencernaan Makanan. Dengan Nilai Validitas 0,85 dalam kriteria Valid, Praktikalitas 0,94 dalam kriteria Sangat Praktis, Nilai Efektifitas 94,46 dalam kriteria Sangat Efektif. Penelitian ini berbeda dengan yang dilakukan peneliti dalam hal materi yang disajikan.
2. Penelitian Adi Hartono tahun 2021 dengan judul “Pengembangan *Virtual Laboratory* Pada Materi

Bioteknologi Pokok Bahasan Kultur Jaringan Terintegrasi Nilai-Nilai Islam Dan Potensi Lokal Di Sma Negeri 11 Medan”. Penelitian ini dilakukan menggunakan *Research and Development* (R & D) dengan pendekatan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase kevalidan media oleh validator Ahli Materi sebesar 98,61%, validator Ahli Materi Nilai-nilai Islam sebesar 90,62%, validator Ahli *Virtual Laboratory* sebesar 93,96%, dan validator Ahli Praktisi Lapangan (Guru Biologi) sebesar 93,75% dengan kategori penilaian seluruh validator sangat baik. Sedangkan, persentase respon siswa terhadap media mencapai 63,88% dengan kategori baik. Penelitian ini berbeda dengan yang dilakukan peneliti dalam hal materi yang disajikan.

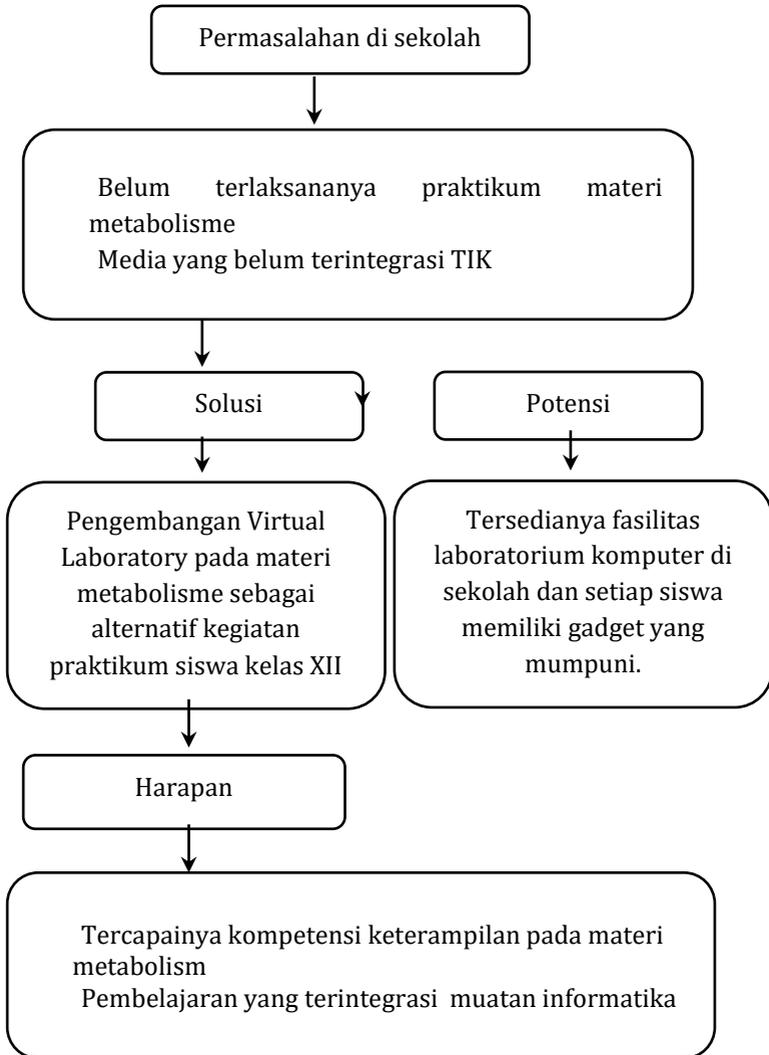
3. Penelitian Chairani, Adeng Slamet, dan Ketang Wiyono tahun 2019 dengan judul penelitian, “Pengembangan *Virtual Laboratory* Sistem Sirkulasi pada Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil uji *Virtual Laboratory* pada materi Sistem Sirkulasi

memberikan pengaruh yang cukup tinggi terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Selain itu, siswa juga beranggapan bahwa *Virtual Laboratory* tersebut merupakan media praktis yang dapat digunakan secara fleksibel dengan memperhatikan efisiensi waktu dalam kegiatan praktikum. Berdasarkan validasi ahli materi, validator ahli media, dan validator desain pembelajaran menunjukkan bahwa media pembelajaran tersebut sangat layak digunakan. Penelitian ini berbeda dengan yang dilakukan peneliti dalam hal materi yang disajikan.

4. Penelitian Iis Sholikhati tahun 2018 dengan judul “Pengembangan *Virtual Laboratory* Dengan *Adobe Flash Cs* Berintegrasi Sains Islam Sebagai Media Instruksional Pada Materi Virus”. Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan didapatkan hasil berupa kelayakan *Virtual Laboratory* dengan *adobe flash cs* berintegrasi Sains Islam sebagai Media Instruksional pada Materi virus tergolong sangat layak. Dengan rincian sebagai berikut, Ahli materi menyatakan media sangat layak dengan rerata sebesar 85%. Ahli media menyatakan media sangat layak dengan rerata persentase sebesar 93%.

Tanggapan guru Biologi menyatakan media sangat layak dengan rerata 84%, sedangkan tanggapan dari peserta didik sebesar 93%. Dengan demikian, media *Virtual Laboratory* dengan *adobe flash cs* berintegrasi Sains Islam sebagai Media Instruksional pada Materi Virus yang dikembangkan layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran khususnya kegiatan praktikum. Penelitian ini berbeda dengan yang dilakukan peneliti dalam hal materi yang disajikan.

### C. Kerangka Berpikir



**Gambar2.1** Kerangka Berpikir

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Model Pengembangan**

Penelitian pengembangan *Virtual Laboratory* ini termasuk dalam penelitian jenis *Research and Development (R&D)*. Menurut Sugiyono (2019) *Research and Development* merupakan teknik penelitian yang digunakan untuk membuat produk khusus berdasarkan analisis kebutuhan dan mengevaluasi kelayakannya. penelitian ini dilaksanakan berlandaskan hasil wawancara yang telah dilaksanakan di MAN Kendal.

Model pengembangan yang digunakan untuk mengembangkan *Virtual Laboratory* adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Implementation, Evaluation*). Pemilihan model ini didasarkan atas penelitian Mariam (2019) yang menjelaskan bahwa model ADDIE merupakan model yang paling efektif digunakan untuk penelitian pengembangan media pembelajaran dibanding model lainnya. Hal ini berdasarkan model pengembangan tersebut memungkinkan dilakukan perbaikan produk setelah menyelesaikan uji validitas yang dirancang secara sistematis. Selain itu, pada tahap terakhir terdapat tahap evaluasi yang memungkinkan pengembangan secara

maksimal berdasarkan hasil analisis dan saran yang telah diterima sampai produk tersebut dinyatakan layak digunakan.

## **B. Prosedur Pengembangan**

Penelitian pengembangan dengan model *ADDIE* ini digunakan untuk menghasilkan produk berupa *Virtual Laboratory* pada Materi Metabolisme sebagai sarana sumber belajar, media pembelajaran, dan sebagai alternatif pengganti praktikum pada KD 4.2 kelas XII SMA/MA.

Prosedur pengembangan *Virtual laboratory* menggunakan model *ADDIE*, menurut Branch (2009) tahapan tersebut meliputi:

### **1. Analisis (*Analysis*)**

Pada tahap ini dianalisis permasalahan yang menjadi landasan penerapan penelitian pengembangan. Analisis berfokus pada identifikasi masalah yang disebabkan oleh ketidaksesuaian antara kinerja aktual dan harapan. Produk yang akan dikembangkan adalah *Virtual Laboratory*. Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan data melalui wawancara kepada guru biologi dan siswa kelas XII sebagai bahan analisis guna mengetahui

permasalahan dalam pembelajaran dan kebutuhan pengembangan dilaksanakan.

Berdasarkan temuan dari wawancara yang dilakukan, yang disajikan dalam Lampiran 1 dan 2. Pembelajaran biologi kelas XII MIPA di MAN Kendal selama masa peralihan new normal mengalami kendala dalam pelaksanaan praktikum dikarenakan terbatasnya waktu dan platform yang menyebabkan praktikum tidak dapat dilaksanakan. Berdasarkan pendapat siswa, praktikum merupakan kegiatan yang sangat penting untuk dilaksanakan agar lebih memahami materi yang dipelajari. selain itu dalam KD 4.2 yang memiliki tujuan untuk menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob. Hal ini menunjukkan bahwa pelaksanaan praktikum dalam pembelajaran sangat diperlukan agar mampu mencapai KD tersebut. atas pertimbangan tersebut, peneliti melaksanakan pengembangan virtual laboratory pada materi metabolisme sebagai alternatif pelaksanaan kegiatan praktikum pada KD 4.2 kelas XII.

## 2. Desain (*Design*)

Tahap desain dilakukan agar proses desain produk menjadi lebih mudah dengan tujuan untuk mengurangi kesenjangan antara kondisi lingkungan saat ini dengan yang diharapkan (Branch, 2009). Pembuatan desain dilakukan berdasarkan pada hasil analisis yang telah dilakukan. Berdasarkan permasalahan yang ada, diperlukan platform alternatif pengganti kegiatan praktikum yaitu berupa laboratorium virtual.

Media *Virtual Laboratory* yang dikembangkan terdiri atas splash screen, home screen dan main menu. Main menu terdiri atas kompetensi dasar, profil, petunjuk praktikum, laboratorium dan referensi. Menu laboratorium merupakan menu yang memuat simulasi praktikum enzim katalase dan uji ingenhousz. Praktikum yang termuat dalam menu laboratorium merupakan kegiatan interaktif yang disesuaikan agar dapat mewakili kegiatan praktikum langsung/nyata.

## 3. Pengembangan (*Development*)

Tahap ini dilaksanakan dengan merealisasikan hasil *design* menjadi produk nyata menggunakan

*software* Adobe Animate. Setelah produk tersebut selesai dikembangkan, produk tersebut akan melalui tahap validasi oleh validator ahli media dan materi guna mendapatkan kritik dan saran agar produk yang dikembangkan valid dan layak untuk di uji coba pada subjek penelitian.

4. Pelaksanaan (*Implementation*)

Tahap ini merupakan proses uji coba pada subjek penelitian, mencakup guru mata pelajaran biologi dan siswa XII IPA sebanyak 30 responden. Guru dan siswa diberikan instrumen yang telah disusun untuk mengetahui pendapat pengguna mengenai produk yang dikembangkan. Hasil uji coba lapangan kemudian dianalisis guna mengetahui tingkat kelayakan "*Virtual Laboratory*" dengan tujuan perbaikan produk.

5. Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap ini dilakukan proses evaluasi terhadap *Virtual Laboratory* berdasarkan hasil uji coba kelayakan produk sebagai bahan untuk perbaikan produk yang dikembangkan.

## **C. Desain Uji Coba Produk**

### **1. Desain Uji Coba Produk**

Penelitian ini melalui beberapa tahapan uji coba diantaranya:

- a. *Virtual Laboratory* yang selesai dikembangkan akan di uji coba kepada validator ahli, meliputi dosen ahli materi dan dosen ahli media pembelajaran guna mengetahui validitas produk yang dikembangkan. Hasil uji coba kepada para ahli digunakan sebagai bahan pertimbangan perbaikan produk hingga dinyatakan layak untuk di uji coba ke subjek penelitian.
- b. Setelah revisi produk dilaksanakan, produk digunakan dalam uji coba lapangan kepada guru Biologi MAN Kendal sebagai praktisi pembelajaran dan siswa MAN kelas XII IPA. Data yang telah diperoleh dari uji ini akan dianalisis kembali sebagai pertimbangan revisi produk hingga layak digunakan sebagai media pembelajaran.

### **2. Subjek Penelitian**

Penelitian pengembangan ini dilaksanakan di MAN Kendal dengan populasi penelitian terdiri dari seluruh peserta didik kelas XII IPA MAN Kendal yang

terdiri dari 6 kelas sebanyak 216 siswa. selanjutnya diambil sampel uji coba lapangan sebanyak 30 responden. Pemilihan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* atas pertimbangan responden yang telah menerima pembelajaran materi metabolisme.

### **3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data merupakan langkah yang sangat penting dilaksanakan dalam sebuah penelitian, hal ini dilaksanakan dalam rangka pengambilan informasi/data dari subjek penelitian dengan menggunakan teknik dan instrumen tertentu. Penelitian pengembangan ini menggunakan teknik berupa wawancara dan dokumentasi serta instrumen berupa angket. Berikut adalah penjabarannya:

#### **a. Teknik Wawancara**

Wawancara tatap muka adalah teknik pengumpulan data melalui pengajuan pertanyaan kepada responden. Peneliti diizinkan untuk membuat pertanyaan wawancara sesuai keinginan mereka. Hasil wawancara ini dimanfaatkan sebagai sumber atau informasi (Sugiyono, 2016).

Wawancara dalam penelitian ini bersifat terbuka atau tidak terstruktur. wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi yang akurat dari narasumber. Data yang dikumpulkan digunakan untuk latar belakang masalah seputar kegiatan belajar mengajar, media yang digunakan, dan masalah siswa dengan mata pelajaran tertentu. Wawancara dilaksanakan dilaksanakan pada 9 Februari 2022 di MAN Kendal kepada Bu Nurussamah selaku guru biologi kelas XII IPA (Lampiran 1) dan siswa kelas XII IPA (Lampiran 2).

b. Teknik dokumentasi

Teknik dokumentasi pada penelitian ini berupa hasil tangkapan layar produk *Virtual Laboratory* hasil validasi para validator ahli serta hasil tanggapan guru biologi dan siswa terhadap produk yang telah dikembangkan.

c. Kuesioner (Angket)

Kuesioner adalah alat untuk mengumpulkan data, dan instrumen tersebut memiliki nama yang sama dengan metode. Kuesioner bertujuan untuk mengumpulkan informasi dari responden tentang pengalaman mereka, dan dapat berupa berbagai

pertanyaan tertulis (Siyoto dan Sodik, 2015). Kuesioner berskala digunakan dalam penelitian pengembangan ini.

Angket yang digunakan dalam penelitian ini meliputi angket validasi ahli materi (lampiran 3), angket validasi ahli media (lampiran 4), serta angket tanggapan guru biologi (lampiran 5) dan angket tanggapan peserta didik (lampiran 6) sebagai penilaian kelayakan *Virtual Laboratory* yang dikembangkan.

#### **4. Teknik Analisis Data**

Peneliti menggunakan analisis statistika deskriptif untuk analisis data ini. Menurut Sudijono (2009) Statistik deskriptif dapat diartikan sebagai statistik dasar dan penalaran deduktif. Statistik ini adalah metode untuk mengolah, menyusun, menyajikan, dan menganalisis data numerik untuk memberikan ringkasan atau kesimpulan dari data tersebut. Statistik deskriptif digunakan dalam penelitian untuk mengkarakterisasi dan mendeskripsikan data sampel, menurut Sugiyono (2019). Analisis data kualitatif dan kuantitatif digunakan dalam tahap analisis ini.

### 1) Analisis Data Kualitatif

Teknik analisis data yang digunakan dalam analisis data kualitatif adalah analisis deskriptif. Kesimpulan dapat dicapai dengan menggunakan data kualitatif yang dikumpulkan melalui temuan, wawancara, dan analisis data responden.

### 2) Analisis Data Kuantitatif

Analisis deskriptif persentase hasil belajar merupakan salah satu pendekatan analisis data yang digunakan dalam analisis kuantitatif. Informasi kuantitatif diperoleh dari evaluasi responden terhadap produk yang dikembangkan serta validasi media dan materi. Dengan menggunakan metode tertentu, data yang diperoleh diubah menjadi persentase untuk menetapkan kelayakan produk.

Langkah-langkah analisis data kelayakan *Virtual Laboratory* yang dikembangkan sebagai berikut:

- a. Mengubah data yang semula kualitatif menjadi kuantitatif dengan menerapkan penilaian seperti tabel 3.1 dan 3.2 berikut.

**Tabel 3.1.** Skor Penilaian Likert

<b>Kriteria</b>	<b>Skor</b>
Sangat Baik (A)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang Baik (D)	2
Sangat Kurang Baik (E)	1

Sumber: (Widoyoko, 2016)

**Tabel 3.2.** Skor Tanggapan

<b>Kriteria</b>	<b>Skor</b>
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Kurang Setuju (KS)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Sumber: (Widoyoko, 2016)

- b. Menghitung dengan Rumus

$$\text{Presentase: } \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

(Arikunto, 2013)

- c. Menginterpretasikan secara kualitatif nilai keseluruhan dalam bentuk prosentase. Hasil yang diperoleh bertujuan untuk mengetahui kelayakan media yang di kembangkan dengan kriteria seperti dalam tabel 3.3 berikut.

**Tabel 3.3** Kriteria Kelayakan Media

<b>Kriteria Kelayakan</b>	<b>Klasifikasi</b>
100% - 81%	Sangat Layak
80% - 61%	Layak
60% - 41%	Cukup Layak
40% - 21%	Tidak Layak
20% - 0%	Sangat Tidak Layak

Sumber: (Sugiyono, 2019)

## BAB IV

### Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Produk penelitian yang dihasilkan dalam penelitian pengembangan ini berupa *software Virtual Laboratory* pada materi metabolisme yang didalamnya memuat simulasi praktikum uji ingenhousz dan enzim katalase. Pengembangan produk ini dilaksanakan sebagai sarana alternatif pelaksanaan praktikum di sekolah yang mengalami keterbatasan waktu serta sarana pembelajaran agar dapat mencapai standar kompetensi lulusan (SKL) yang termuat dalam kurikulum.

Model pengembangan yang digunakan untuk mengembangkan Virtual Laboratory adalah model ADDIE (Analysis, Design, Implementation, Evaluation). Pemilihan model ini didasarkan atas penelitian Mariam (2019) yang menjelaskan bahwa Model ADDIE merupakan yang model paling efektif digunakan dalam penelitian pengembangan media pembelajaran dibandingkan model penelitian lainya. Hal ini berdasarkan model pengembangan tersebut memungkinkan adanya revisi produk setelah dilaksanakanya uji validitas yang telah disusun secara sistematis. Selain itu, pada tahap terakhir terdapat tahap

evaluasi yang memungkinkan pengembangan secara maksimal berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan saran yang telah diterima sampai produk tersebut dinyatakan valid dan kredibel.

Prosedur pengembangan Virtual Laboratory menggunakan model ADDIE, menurut Branch (2009) tahapan tersebut meliputi:

1. Analisis (*Analysis*)

Tahap ini dianalisis permasalahan yang menjadi landasan penerapan penelitian pengembangan. Analisis ini difokuskan pada identifikasi masalah yang disebabkan oleh ketidaksesuaian antara kinerja aktual dan harapan. Produk yang akan dikembangkan adalah *Virtual Laboratory*. Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan data melalui wawancara kepada guru mata pelajaran biologi dan peserta didik kelas XII sebagai bahan analisis guna mengetahui permasalahan dalam pembelajaran dan kebutuhan pengembangan dilaksanakan.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan seperti dalam lampiran 1 dan lampiran 2. Pembelajaran biologi kelas XII MIPA di Man Kendal selama masa peralihan new Normal mengalami kendala dalam

pelaksanaan praktikum dikarenakan terbatasnya waktu dan platform yang menyebabkan praktikum tidak dapat dilaksanakan. Berdasarkan pendapat siswa, praktikum merupakan kegiatan yang sangat penting untuk dilaksanakan agar lebih memahami materi yang dipelajari. selain itu dalam KD 4.2 yang memiliki tujuan untuk menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob. Hal ini menunjukkan bahwa pelaksanaan praktikum dalam pembelajaran sangat diperlukan agar mampu mencapai KD tersebut.

## 2. Desain (*Design*)

Tahap desain dilakukan agar proses desain produk menjadi lebih mudah dengan tujuan untuk mengurangi kesenjangan antara kondisi lingkungan saat ini dengan yang diharapkan (Branch, 2009). Pembuatan desain dilakukan berdasarkan pada hasil analisis yang telah dilakukan. Berdasarkan permasalahan yang ada, diperlukan platform alternatif pengganti kegiatan praktikum yaitu berupa laboratorium virtual.

Pengembangan Virtual Laboratory dilakukan dengan bantuan software Adobe Animate 2022. Wibawanto (2020) menjelaskan bahwa Adobe Animate

merupakan software animator yang dibuat oleh Adobe System. Macromedia Flash, Adobe Flash Professional, dan Future Flash Animator semuanya telah menjadi bagian dari Adobe Flash. Dengan output file bertipe SWF, EXE, APK (Android), dan iOS, program ini dapat digunakan untuk membuat dan menerbitkan grafik vektor dan animasi untuk animasi, video online, situs web dan aplikasi, aplikasi internet, dan video game.

Wibawanto (2020) pun menguraikan keunggulan Adobe Animate, antara lain kemampuannya mengelola tampilan grafis secara lebih efektif, kemampuannya menghasilkan output dalam bentuk multiplatform, prosedur operasionalnya yang relatif sederhana, fitur tambahan yang melimpah, dan tingkat fleksibilitasnya yang tinggi. Hal tersebut yang mendasari peneliti untuk mengembangkan Virtual Laboratory yang diberi nama META LABS dengan software Adobe Animate. Selain menggunakan Adobe Animate sebagai alat pembantu pengembangan aplikasi, peneliti juga menggunakan software Photoshop untuk membantu desain grafis pengembangan aplikasi.

Media Virtual Laboratory yang dikembangkan terdiri atas splash screen, home screen dan main menu.

Main menu terdiri atas kompetensi dasar, profil, laboratorium, dasar teori dan referensi. Menu laboratorium merupakan menu yang memuat simulasi praktikum enzim katalase dan uji ingenhousz. Praktikum yang termuat dalam menu laboratorium merupakan kegiatan interaktif yang disesuaikan agar dapat merepresentasikan kegiatan praktikum di laboratorium secara langsung/nyata.

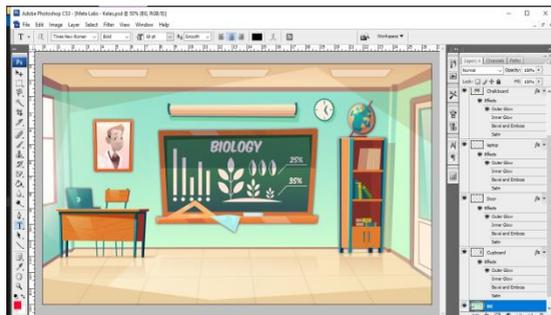
### 3. Pengembangan (*Development*)

Tahap ini dilaksanakan dengan merealisasikan hasil design menjadi produk nyata menggunakan software Adobe Animate. Setelah produk tersebut selesai dikembangkan, produk tersebut akan divalidasi oleh ahli media dan materi guna mendapatkan kritik dan saran agar produk yang dikembangkan valid dan siap untuk di uji pada subjek penelitian.

Validasi ahli media diberikan kepada Widi Cahya Adi, M. Pd. Selaku dosen media di jurusan pendidikan biologi UIN Walisongo Semarang. Penilaian produk yang dikembangkan meliputi aspek software, komponen media, komunikasi visual, artistik dan estetika, navigasi dan fungsi keseluruhan.

Validasi ahli materi dilakukan oleh Chusnul Adib Achmad, M. Si. Selaku dosen biologi UIN Walisongo Semarang dengan pedoman aspek penilaian yaitu desain praktikum, isi materi, bahasa dan komunikasi, serta fungsi keseluruhan.

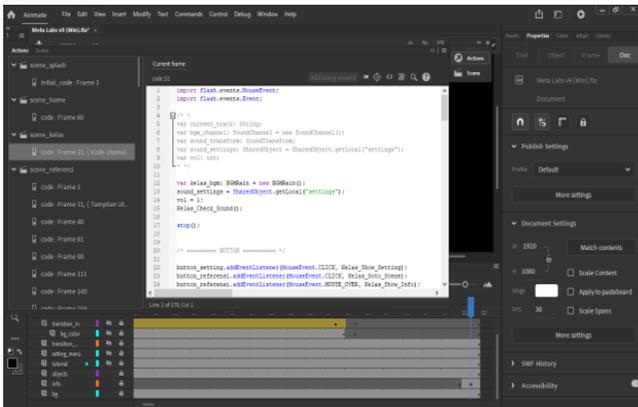
Pengembangan Virtual Laboratory dimulai dari bulan Juli 2022 hingga bulan Oktober 2022. Pengembangan dilaksanakan dengan menggunakan bantuan software adobe animate dan adobe photoshop. Berikut proses pengembangan Virtual Laboratory pada materi metabolisme:



**Gambar 4.1** Proses desain layout dengan Adobe Photoshop



**Gambar 4.2** Proses pembuatan aplikasi dengan Adobe Animate



**Gambar 4.3** Proses pembuatan aplikasi dengan Adobe Animate

Setelah dilaksanakan pengembangan dengan menggunakan Adobe Photoshop dan Adobe Animate dihasilkan produk dengan nama META Labs sebagai berikut:

a. Tampilan Home screen



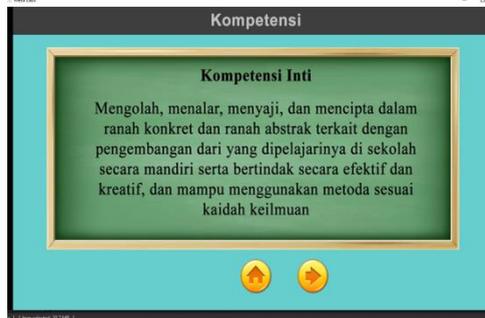
**Gambar 4.4** Home Screen

b. Tampilan Main Menu



**Gambar 4.5** Main Menu

1) Tampilan menu kompetensi



**Gambar 4.6** Kompetensi Inti



**Gambar 4.7** Kompetensi Dasar

## 2) Tampilan menu dasar teori



**Gambar 4.8** Teori Enzim



**Gambar 4.9** Teori Ingenhous

### 3) Tampilan menu profil



Gambar 4.10 Profil

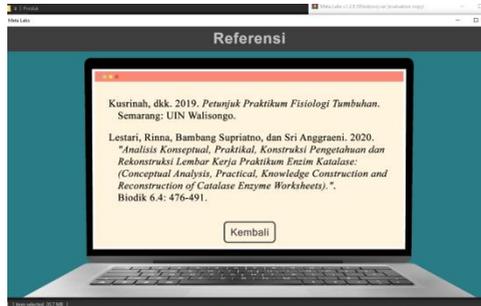
### 4) Tampilan menu referensi



Gambar 4.11 Referensi

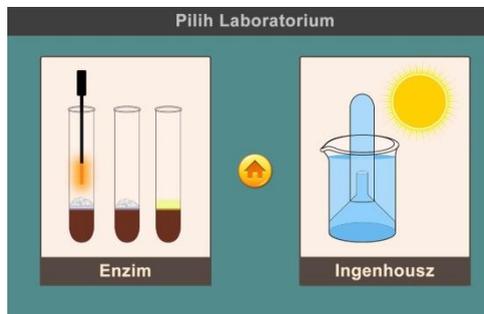


Gambar 4.12 Pilihan Referensi

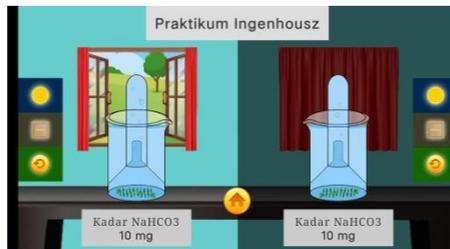


**Gambar 4.13** Referensi

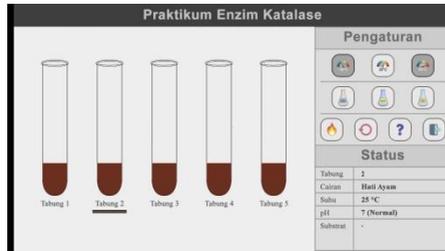
5) Tampilan menu Laboratorium



**Gambar 4.14** Pilihan Praktikum



**Gambar 4.15** Praktikum Ingenhousz



**Gambar 4.16** Praktikum enzim Katalase

#### 4. Pelaksanaan (*Implementation*)

Tahap ini merupakan proses uji coba kepada subjek penelitian, meliputi guru mata pelajaran biologi dan siswa kelas XII IPA sebagai uji coba kelompok sebanyak 30 siswa. Guru dan siswa diberikan instrumen yang telah disusun untuk mengetahui pendapat pengguna mengenai produk yang dikembangkan. Hasil uji coba lapangan lalu dianalisis guna mengetahui tingkat kelayakan “Virtual Laboratory” untuk digunakan dalam skala luas.

Tanggapan yang diberikan guru meliputi aspek relevansi materi, konsep virtual laboratory, penyajian dan fungsi keseluruhan dengan menggunakan angket yang diberikan peneliti. Selain itu siswa juga memberikan tanggapan dengan pedoman yaitu aspek penyajian, materi

dan bahasa dengan angket yang diberikan peneliti.

#### 5. Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap ini dilakukan evaluasi terhadap *Virtual Laboratory* berdasarkan hasil uji coba kelayakan produk sebagai bahan untuk perbaikan media yang dikembangkan.

### **B. Hasil Uji Coba Produk**

Aplikasi META Labs yang telah dikembangkan akan melalui uji validasi terhadap ahli media dan ahli materi guna mendapatkan penilaian terhadap produk yang telah dikembangkan apakah sudah layak untuk di uji coba kepada subjek penelitian, jika diperlukan maka dilakukan revisi sesuai saran yang diberikan validator. setelah mendapat validasi kedua ahli dan dinyatakan layak maka dilanjutkan proses uji coba kepada subjek penelitian, yaitu guru biologi dan siswa. Setelah dilakukan uji produk mendapatkan hasil sebagai berikut:

#### 1. Uji Validasi Ahli

Uji validasi ahli dilakukan oleh ahli materi dan ahli media. Ahli media yang memberikan penilaian produk yang dikembangkan adalah Widi Cahya Adi M,Pd. Selaku salah satu dosen media di jurusan pendidikan

biologi UIN Walisongo Semarang. Sedangkan Ahli materi adalah Chusnul Adib M,Pd. Yang merupakan dosen biologi uin walisongo.

Setelah penilaian oleh ahli media dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut

**Tabel 4.1** Hasil Validasi Ahli Media

<b>Aspek penilaian</b>	<b>%</b>	<b>Kriteria</b>
Perangkat lunak (Software)	85%	sangat layak
Komponen media	65%	Layak
Komunikasi visual	90%	sangat layak
Artistik dan estetika	96%	sangat layak
Navigasi	85%	sangat layak
Fungsi keseluruhan	80%	sangat layak
<b>Hasil Akhir</b>	84%	sangat layak

Berdasarkan hasil validasi yang telah dilaksanakan oleh ahli media pada tabel 4.1 diperoleh hasil persentase sebesar 85% pada aspek perangkat lunak (software), pada aspek komponen media sebesar 65%, aspek komunikasi visual sebesar 90%, aspek artistik dan estetika sebesar 96%, aspek navigasi sebesar 85% dan aspek fungsi keseluruhan sebesar 80%. Jika keseluruhan hasil penilaian aspek tersebut di rata-rata didapatkan hasil akhir sebesar 84%,

dengan kata lain aplikasi META Labs pada materi metabolisme tergolong sangat layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Dalam penilaian ini ahli media memberikan kritik dan saran untuk perbaikan media yaitu penambahan gambar dalam menu dasar teori dan penyesuaian button yang digunakan.

Hasil validasi ahli materi ditunjukkan pada tabel 4.2 di bawah ini.

**Tabel 4.2** Hasil Validasi Ahli Materi

<b>Aspek penilaian</b>	<b>%</b>	<b>Kriteria</b>
Desain praktikum	80%	sangat layak
Isi materi	80%	sangat layak
Bahasa dan komunikasi	80%	sangat layak
Fungsi keseluruhan	100%	sangat layak
<b>Jumlah skor</b>	<b>84%</b>	<b>sangat layak</b>

Berdasarkan hasil validasi yang telah dilaksanakan oleh ahli materi pada tabel 4.2 didapatkan hasil persentase sebesar 80% pada aspek desain praktikum, pada aspek isi materi sebesar 80%, aspek bahasa dan komunikasi sebesar 80%, dan aspek fungsi keseluruhan sebesar 100%. Jika keseluruhan hasil penilaian aspek tersebut di rata-rata didapatkan hasil akhir sebesar 84%, dengan kata lain aplikasi

META Labs pada materi metabolisme tergolong sangat layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Dalam penilaian ini ahli materi memberikan kritik dan saran untuk perbaikan media yaitu penyesuaian terhadap kepenulisan yang kurang tepat, penambahan indikator pencapaian kompetensi dan kurang akuratnya hasil praktikum enzim katalase.

Berdasarkan hasil validasi dari kedua ahli tersebut jika di rata-rata maka hasil validasi aplikasi META Labs sebesar 84% yang tergolong sangat layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran seperti yang tertera pada tabel berikut.

**Tabel 4.3** Hasil Validasi Ahli

<b>Validator</b>	<b>%</b>	<b>Kriteria</b>
Ahli Materi	84%	sangat layak
Ahli Media	84%	sangat layak
Rata-rata	84%	sangat layak

## 2. Uji kepada Subjek Penelitian

Pengujian ini melibatkan penilaian guru mata pelajaran biologi dan siswa kelas XII selaku subjek penelitian. Subjek penelitian tersebut diminta mengisi angket penilaian META Labs yang diberikan guna mengetahui kelayakan media tersebut sebagai

alternatif pengganti pelaksanaan kegiatan praktikum materi metabolisme. Berikut hasil uji coba kepada subjek penelitian:

**Tabel 4.4** Hasil uji coba terhadap guru

No	Aspek penilaian	%	Kriteria
1	Relevansi Materi	95%	sangat layak
2	Konsep Virtual Laboratory	90%	sangat layak
3	Penyajian	80%	sangat layak
4	Fungsi Keseluruhan	87%	sangat layak
<b>Jumlah skor</b>		89%	sangat layak

Hasil dalam tabel 4.4 tersebut merupakan hasil penilaian yang diberikan oleh Nurus Samah selaku guru biologi di MAN Kendal. Berdasarkan hasil uji coba terhadap guru pada tabel diatas diperoleh hasil persentase sebesar 95% pada aspek relevansi materi, pada aspek konsep virtual laboratory sebesar 90%, aspek penyajian sebesar 80%, dan aspek fungsi keseluruhan sebesar 87%. Jika keseluruhan hasil penilaian aspek tersebut di rata-rata didapatkan hasil akhir sebesar 89%, dengan kata lain aplikasi META

Labs pada materi metabolisme tergolong sangat layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

**Tabel 4.5** Hasil uji coba terhadap siswa

No	Aspek penilaian	Skor	skor maksimal	%	Kriteria
1	Aspek Penyajian	393	450	87%	sangat layak
2	Aspek Materi	126	150	84%	sangat layak
3	Aspek Bahasa	255	300	85%	sangat layak
<b>Jumlah skor</b>		774	900	86%	sangat layak

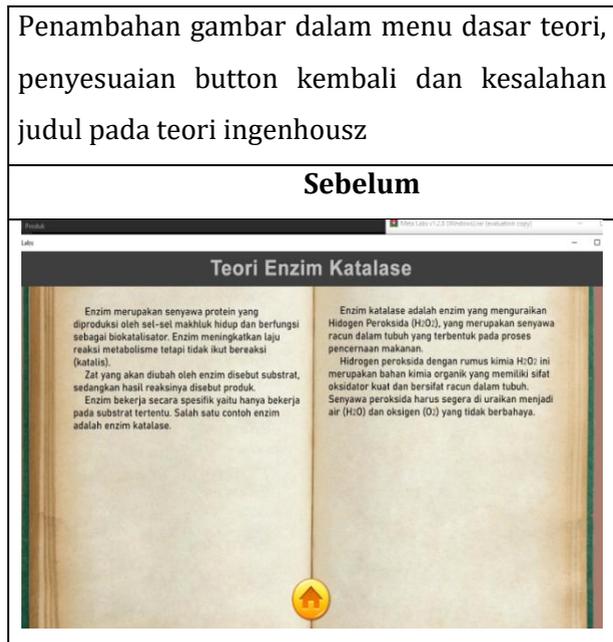
Tabel 4.5 tersebut merupakan hasil penilaian yang diberikan siswa yang terdiri atas 30 responden yang sudah menerima materi metabolisme. Berdasarkan hasil uji coba terhadap siswa pada tabel diatas diperoleh hasil persentase sebesar 87 % pada aspek penyajian, pada aspek materi sebesar 84% dan aspek bahasa sebesar 85%, Jika keseluruhan hasil penilaian aspek tersebut di rata-rata didapatkan hasil akhir sebesar 86%, dengan kata lain aplikasi META Labs pada materi metabolisme tergolong sangat layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

## C. Revisi Produk

Revisi produk dilaksanakan berdasarkan hasil uji coba yang telah dilaksanakan yaitu terhadap validator ahli dan subjek penelitian. Saran yang diberikan oleh validator ahli dan subjek penelitian digunakan sebagai acuan perbaikan produk yang dikembangkan. Berdasarkan uji coba yang telah dilaksanakan didapatkan saran perbaikan sebagai berikut:

### 1. Validasi Ahli

**Tabel 4.6** Revisi pada menu Dasar Teori



### Teori Enzim Katalase

Sejarah penemuan fotosintesis dimulai pada tahun 1771, dimana seorang ilmuwan bernama Joseph Priestley mengamati pertumbuhan selangka mint di udara dan menemukan evolusi oksigen oleh tumbuhan.

Selanjutnya, peneliti Jerman, Jan Ingenhousz meneliti tentang peran penting dari sinar matahari dalam fotosintesis pada tahun 1779. Penelitian ini dilanjutkan oleh peneliti lain dan menemukan peran penting CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dan menunjukkan bahwa karbohidrat sebagai hasil fotosintesis selain oksigen.

Ingenhousz mengamati pembentukan gelembung udara dalam percobaan fotosintesisnya dan menggunakan eudiometri untuk menentukan udara yang diproduksi oleh daun yang terendam adalah oksigen (Taiz dan Zeiger, 2002; Hohmann-Marriott dan Blenkinship, 2012).

Fotosintesis adalah proses sintesis karbohidrat dari karbondioksida dan air menggunakan energi matahari.

Jaringan mesofil daun adalah jaringan fotosintetik paling aktif dikarenakan mesofil daun memiliki banyak kloroplas yang mengandung klorofil.

Proses fotosintesis terdiri dari reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang terjadi di membran tilakoid meliputi proses fotolisis air yang menghasilkan oksigen dan fotofosforilasi yang menghasilkan ATP (Adenosine Triphosphate) dan NADPH (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate).

Energi kimia yang dihasilkan dari reaksi terang akan digunakan dalam reaksi gelap. Reaksi gelap terjadi pada stroma dan terdiri dari tiga tahap utama yaitu fiksasi karbon, reduksi, dan regenerasi ribulosa 1,5-bisofat (RUBP). Hasil akhir pada reaksi gelap adalah gliseraldehid 3-fosfat yang akan dirubah menjadi amilum atau sukrosa. Oleh karena itu, hasil akhir dari fotosintesis adalah karbohidrat dan oksigen.

## Sesudah

### Teori Enzim Katalase

Enzim merupakan senyawa protein yang diproduksi oleh sel-sel makhluk hidup dan berfungsi sebagai biokatalisator. Enzim meningkatkan laju reaksi metabolisme tetapi tidak ikut bereaksi (katalis).

Zat yang akan diubah oleh enzim disebut substrat, sedangkan hasil reaksinya disebut produk.

Enzim bekerja secara spesifik yaitu hanya bekerja pada substrat tertentu. Salah satu contoh enzim adalah enzim katalase.

Enzim katalase adalah enzim yang menguraikan Hidrogen Peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), yang merupakan senyawa racun dalam tubuh yang terbentuk pada proses pencernaan makanan.

Hidrogen peroksida dengan rumus kimia H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> merupakan bahan kimia organik yang memiliki sifat oksidator kuat dan bersifat racun dalam tubuh. Senyawa peroksida harus segera di uraikan menjadi air (H<sub>2</sub>O) dan oksigen (O<sub>2</sub>) yang tidak berbahaya bagi tubuh.

$$\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Enzim Katalase}} \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$$

### Teori Ingenhousz

Fotosintesis adalah proses sintesis karbohidrat dari karbondioksida dan air menggunakan energi matahari.

Sejarah penemuan fotosintesis dimulai pada tahun 1771, dimana seorang ilmuwan bernama Joseph Priestley mengamati pertumbuhan selangka mint di udara dan menemukan evolusi oksigen oleh tumbuhan.

Selanjutnya, peneliti Jerman, Jan Ingenhousz meneliti tentang peran penting dari sinar matahari dalam fotosintesis pada tahun 1779. Penelitian ini dilanjutkan oleh peneliti lain dan menemukan peran penting CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dan menunjukkan bahwa karbohidrat sebagai hasil fotosintesis selain oksigen.

Ingenhousz mengamati pembentukan gelembung udara dalam percobaan fotosintesisnya dan menggunakan eudiometri untuk menentukan udara yang diproduksi oleh daun yang terendam adalah oksigen (Taiz dan Zeiger, 2002; Hohmann-Marriott dan Blenkinship, 2012).

Jaringan mesofil daun adalah jaringan fotosintetik paling aktif dikarenakan mesofil daun memiliki banyak kloroplas yang mengandung klorofil.

Proses fotosintesis terdiri dari reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang terjadi di membran tilakoid meliputi proses fotolisis air yang menghasilkan oksigen dan fotofosforilasi yang menghasilkan ATP (Adenosine Triphosphate) dan NADPH (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate).

Energi kimia yang dihasilkan dari reaksi terang akan digunakan dalam reaksi gelap. Reaksi gelap terjadi pada stroma dan terdiri dari tiga tahap utama yaitu fiksasi karbon, reduksi, dan regenerasi ribulosa 1,5-bisofat (RUBP). Hasil akhir pada reaksi gelap adalah gliseraldehid 3-fosfat yang akan dirubah menjadi amilum atau sukrosa. Oleh karena itu, hasil akhir dari fotosintesis adalah karbohidrat dan oksigen.

$$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Sinar Matahari}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$

**Tabel 4.7** Revisi Praktikum enzim katalase

Penyesuaian button suhu dan perbaikan miskonsepsi hasil praktikum

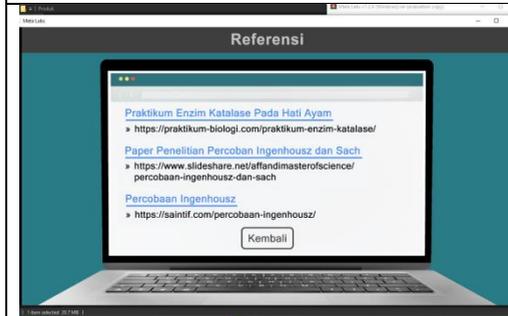
**Sebelum**

**Sesudah**

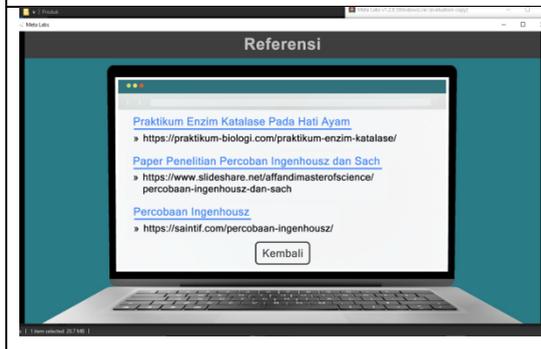
**Tabel 4.8** Revisi menu Referensi

Penambahan fitur referensi terhubung langsung ke web yang terkait

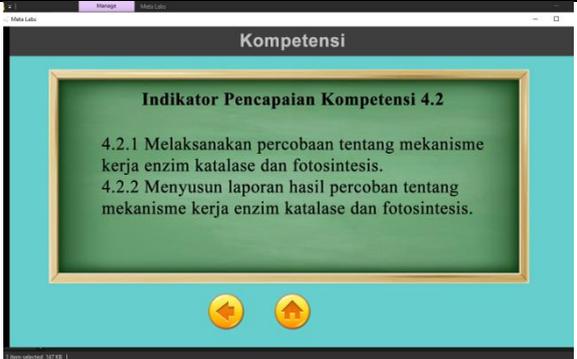
**Sebelum**



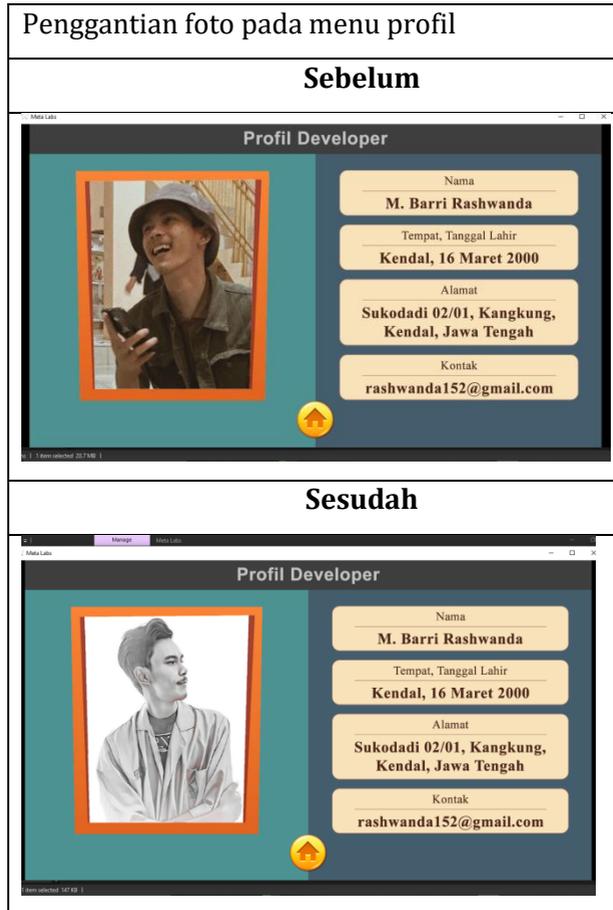
**Sesudah**



**Tabel 4.9** Revisi menu Kompetensi

Penambahan Kompetensi	Indikator	Pencapaian
<b>Sebelum</b>		
		
<b>Sesudah</b>		
		

**Tabel 4.10** Revisi menu Profil



#### **D. Kajian Produk Akhir**

Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk akhir berupa aplikasi berbasis android dan windows yang

diberi nama META Labs. Aplikasi tersebut merupakan media alternatif pengganti kegiatan praktikum pada materi metabolisme yang memuat simulasi praktikum enzim katalase dan percobaan ingenhousz. Produk tersebut melalui beberapa tahapan validasi berikut:

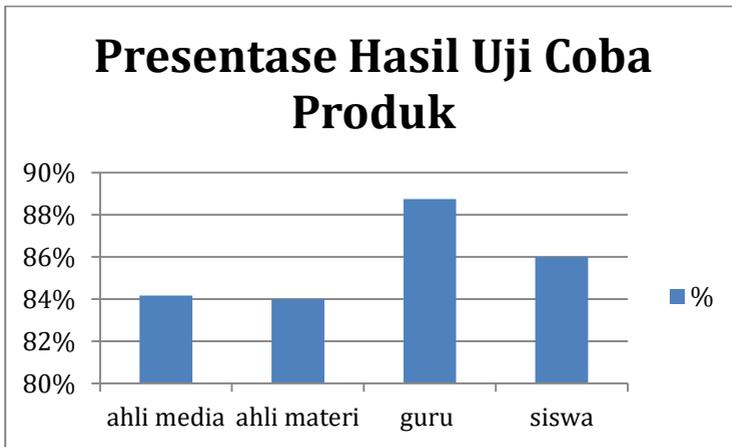
**Tabel 4.11** Tahapan Validasi

No	Tanggapan	Aspek	Hasil
1	Ahli Media	Perangkat lunak (software), komponen media, komunikasi visual, artistik dan estetika, navigasi dan fungsi keseluruhan	Sangat layak
2	Ahli Materi	Desain praktikum, isi materi, bahasa dan komunikasi dan fungsi keseluruhan	Sangat layak
3	Guru	Relevansi materi, konsep virtual laboratory , penyajian dan fungsi keseluruhan	Sangat layak
4	Siswa	Penyajian, materi, bahasa	Sangat layak
<b>Kesimpulan</b>			Sangat layak

Tahapan uji coba produk tersebut telah dilaksanakan dengan hasil seperti pada gambar 4.17 yang menunjukkan

hasil keseluruhan tahapan uji coba yang telah dilaksanakan dengan hasil akhir media yang dikembangkan dikategorikan sangat layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran pada materi metabolisme kelas XII. Berikut perbandingan hasil uji coba yang telah dilaksanakan.

**Gambar 4.17** Perbandingan hasil uji coba produk



Uji coba yang dilaksanakan kepada ahli materi, media dan guru memiliki salah satu aspek yang sama yaitu aspek fungsi keseluruhan. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilaksanakan didapatkan hasil sebagai berikut:

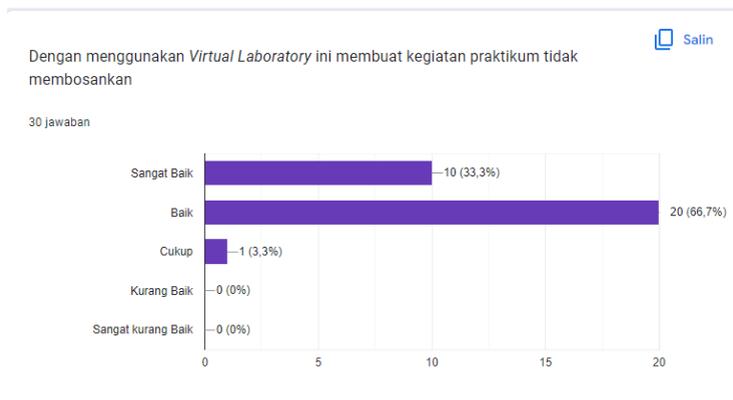
**Tabel 4.12** hasil uji coba aspek fungsi keseluruhan

<b>Validator</b>	<b>Presentase</b>	<b>Kriteria</b>
Ahli Materi	100%	sangat layak
Ahli Media	80%	sangat layak
Guru	87%	sangat layak
<b>Rata-rata</b>	89%	sangat layak

Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan menurut aspek fungsi keseluruhan tergolong dalam kriteria sangat layak digunakan dalam pembelajaran. Salah satu indikator dalam aspek tersebut adalah media yang dikembangkan digunakan sebagai alternatif pengganti kegiatan praktikum, sehingga produk yang dikembangkan sangat layak digunakan sebagai alternatif pengganti kegiatan praktikum berdasar hasil tersebut. Hasil ini selaras dengan penelitian Maksum dan yuliarman (2020) bahwa virtual laboratory dapat digunakan sebagai alternatif pengganti kegiatan praktikum untuk mengatasi keterbatasan fasilitas yang tersedia. Jaya (2013) menambahkan hal serupa bahwa virtual laboratory merupakan teknologi yang diciptakan untuk menggantikan metode praktikum yang biasa digunakan sehingga siswa dapat menyelesaikan praktikumnya diluar lab.

Hal yang senada juga disampaikan Sutrisno (2012), simulasi dilaksanakan dengan virtual laboratory sebelum praktikum yang sesungguhnya dilaksanakan. Dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan praktikum kapanpun dan dimanapun mereka mau, tanpa perlu pengawasan dari instrukturanya. Jadi virtual laboratory dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan siswa. Hal tersebut juga didukung dengan produk yang menarik berdasarkan hasil tanggapan yang diberikan siswa.

**Gambar 4.18** Hasil tanggapan siswa



Hasil akhir produk yang dikembangkan dengan nama META Labs memiliki penampilan sebagai berikut:

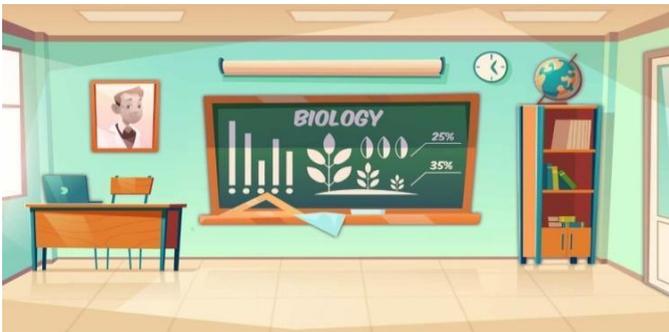
**Gambar 4.19** tampilan akhir splash screen



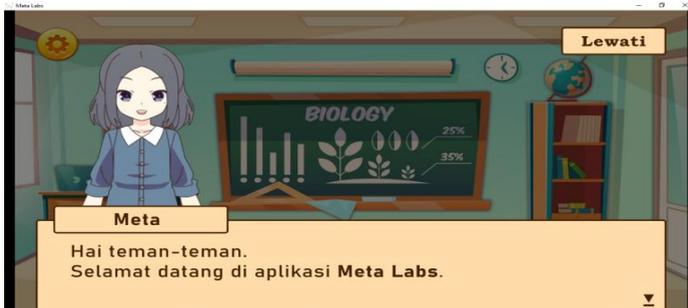
**Gambar 4.20** tampilan akhir home



**Gambar 4.21** tampilan akhir menu



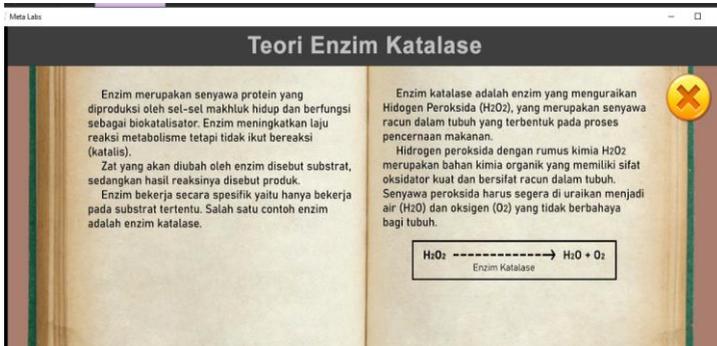
Gambar 4.22 tampilan akhir tutorial



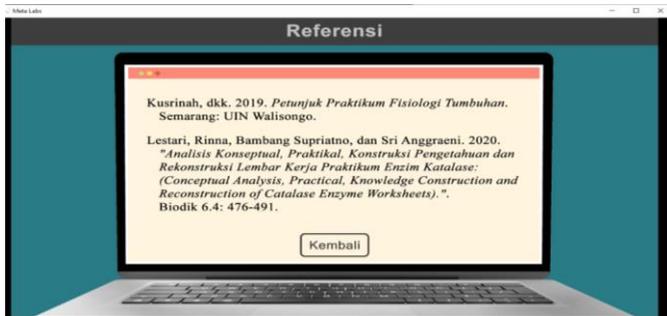
Gambar 4.23 tampilan akhir menu kompetensi



Gambar 4.24 tampilan akhir menu dasar teori



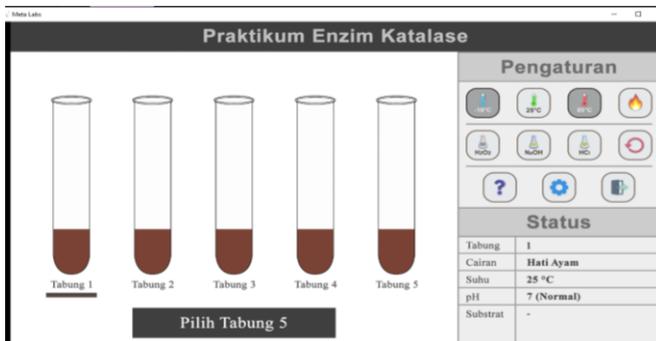
Gambar 4.25 tampilan akhir referensi



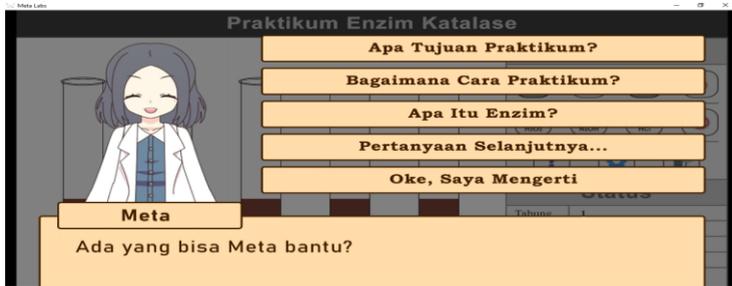
Gambar 4.26 tampilan akhir profil



Gambar 4.27 tampilan akhir praktikum enzim katalase



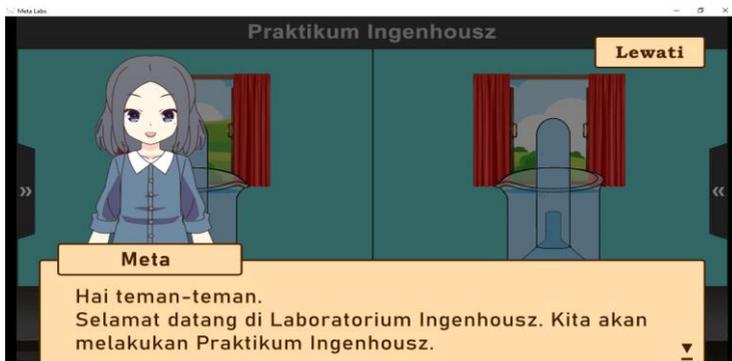
**Gambar 4.28** tampilan akhir Q&A praktikum enzim katalase



**Gambar 4.29** tampilan akhir praktikum Ingenhousz



**Gambar 4.30** tampilan akhir Q&A praktikum ingenhousz



Aplikasi META Labs tersebut dapat diakses dengan mengikuti panduan pemakaian berikut:

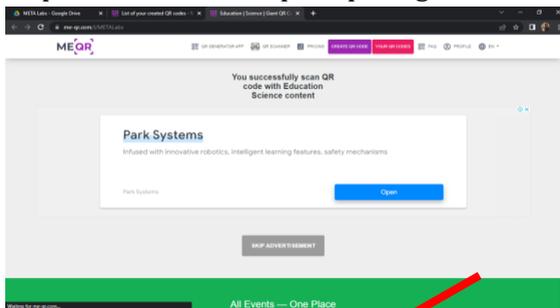
1. Aplikasi META Labs berbasis android dan windows dapat di install dengan mendownload melalui link berikut:

<https://me-qr.com/l/METALabs> atau dengan scan barcode berikut



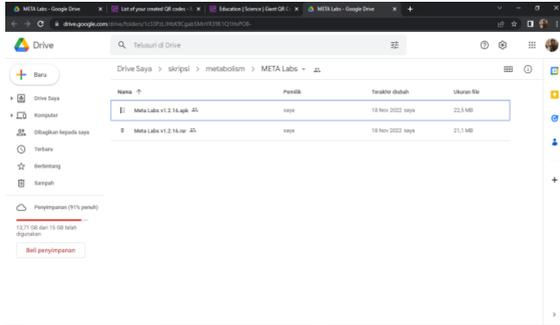
**Gambar 4.31** QR code download aplikasi

2. Setelah itu akan muncul tampilan berikut, dan pilih skip advertisement seperti pada gambar



**Gambar 4.32** panduan download aplikasi di web

3. Lalu pilih dan download file sesuai keinginan anda



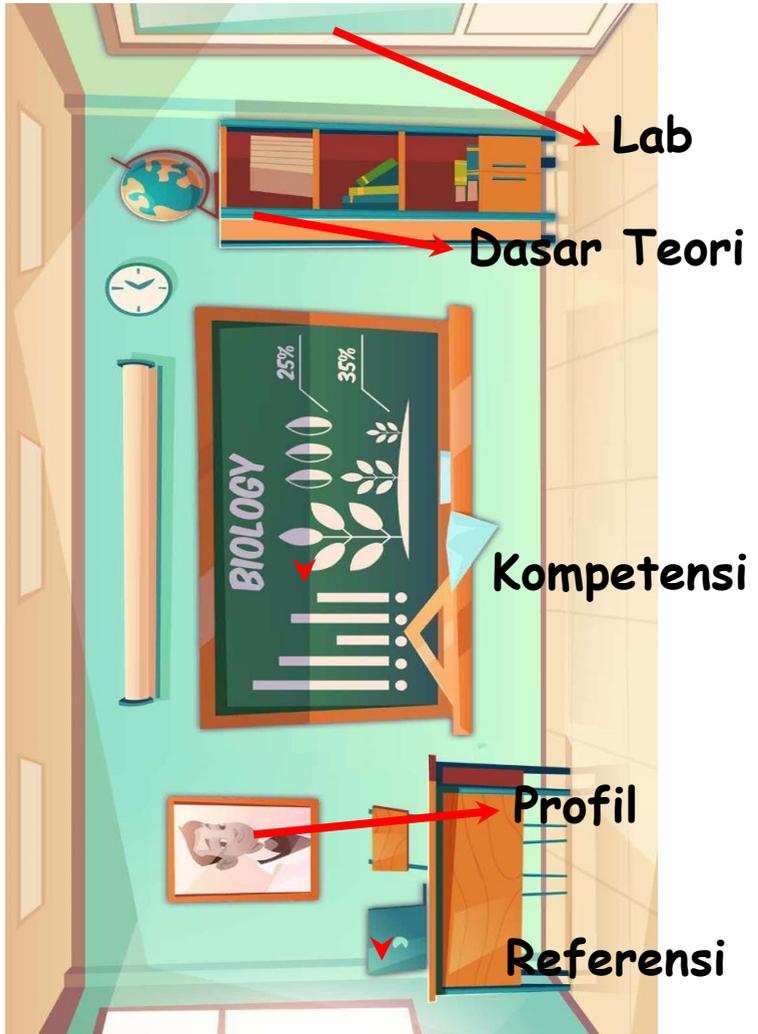
**Gambar 4.33** panduan download aplikasi di google drive

4. Setelah download dan penginstalan aplikasi selesai, mulai jalankan aplikasi
5. Setelah aplikasi dijalankan akan menampilkan seperti gambar berikut, lalu klik mulai



**Gambar 4.34** panduan tampilan awal

6. Setelah itu akan menampilkan menu seperti tampilan pada gambar berikut



**Gambar 4.35** panduan main menu

7. Pilih menu sesuai dengan kebutuhan pengguna

8. Jika hendak melakukan praktikum maka klik menu Lab, maka akan muncul tampilan seperti berikut

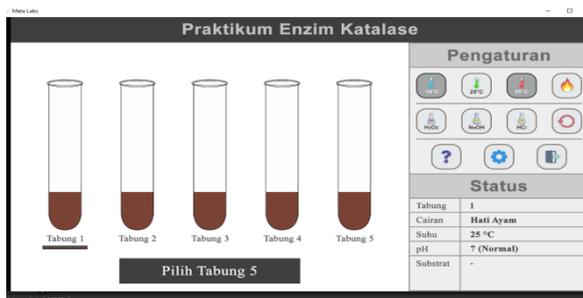


**Gambar 4.36** panduan menu laboratorium

9. Pilih praktikum yang hendak dilakukan maka akan menampilkan simulasi praktikum yang dikehendaki, berikut tampilan dari simulasi praktikum yang tersedia



**Gambar 4.37** panduan praktikum ingenhousz



**Gambar 4.38** panduan praktikum enzim katalase

10. Jika pengguna mengalami kendala, pengguna dapat menghubungi developer melalui email yang tersedia dalam menu profil
11. Selamat menikmati pembelajaran

## **E. Keterbatasan Penelitian**

Keterbatasan peneliti pengembangan produk virtual laboratory pada materi metabolisme meliputi:

1. Penelitian pengembangan virtual laboratory ini hanya terbatas pada materi metabolisme, khususnya hanya menyediakan simulasi praktikum enzim katalase dan percobaan ingenhousz.
2. Kurang bervariasinya sistem yang digunakan dalam desain praktikum dikarenakan keterbatasan pengetahuan peneliti dalam bidang pemrograman.
3. Penelitian ini hanya sampai tahap mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan saja, tidak sampai pada efektivitas produk yang dikembangkan dikarenakan terbatasnya waktu penelitian.

## **BAB V**

### **Simpulan dan Saran**

#### **A. Simpulan tentang Produk**

Penelitian pengembangan Virtual Laboratory pada materi metabolisme sebagai alternatif kegiatan praktikum kelas XII SMA/MA dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengembangan Virtual laboratory pada materi metabolisme sebagai alternatif kegiatan praktikum kelas XII SMA/MA memiliki karakteristik yaitu terdapat kegiatan interaktif dalam kegiatan praktikum agar dapat merepresentasikan kegiatan praktikum konvensional. Selain itu dengan adanya fitur tutorial dan QnA yang tersedia dalam produk mempermudah pengguna dalam menjalankan virtual laboratory yang dikembangkan. Komponen yang tersedia dalam virtual laboratory yang dikembangkan terdiri atas:
  - a. Splash screen, yang berupa animasi pembuka sebelum memasuki tampilan home
  - b. Home, tampilan awal pembuka pada virtual laboratory yang dikembangkan.

c. Main Menu, merupakan tampilan yang berisikan kumpulan menu dan tutorial penggunaan META Labs yang dikembangkan. Menu yang tersedia dalam tampilan main menu terdiri atas

- 1) Kompetensi, menu kompetensi memuat kompetensi inti, kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi
- 2) Dasar Teori, memuat teori pengantar praktikum yang akan dilaksanakan yaitu praktikum enzim katalase dan percobaan Ingenhousz
- 3) Laboratorium, terdiri atas simulasi praktikum enzim katalase dan ingenhousz yang didalamnya juga memuat fitur QnA setiap praktikum
- 4) Profil, memuat informasi pengembang
- 5) Referensi, memuat sumber referensi yang digunakan peneliti dalam mengembangkan produk

2. Pengembangan virtual laboratory pada materi metabolisme tergolong dalam kategori tergolong sangat layak dengan persentase sebesar 82%. Hal ini berdasarkan atas rata-rata hasil uji coba produk

yang telah dilaksanakan kepada validator ahli dan subjek penelitian. Hasil penilaian dari validator ahli media sebesar 84,5, ahli materi sebesar 69%, guru sebesar 89% dan siswa sebesar 86%

## **B. Saran Pemanfaatan Produk**

Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk berupa Virtual laboratory yang bernama META Labs. Produk tersebut disarankan agar digunakan sebagai sumber belajar mandiri siswa untuk mengulang kembali pembelajaran yang telah dilaksanakan. Selain itu produk ini agar dimanfaatkan sebagai media pembelajaran pada kegiatan praktikum yang belum bisa dilaksanakan karena terkendala waktu dan sarana prasarana.

## **C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut**

Tahapan penyebaran produk ini masih terbatas dalam lingkup tempat penelitian yang dilaksanakan yaitu MAN Kendal serta yang dinaungi oleh KEMENAG Kendal dan Baperlitbang Kendal. Harapan peneliti agar Produk yang dikembangkan dapat disebarluaskan dan dikembangkan lagi pada materi lain dengan fitur yang lebih inovatif.

## Daftar Pustaka

- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka cipta.
- Ariyanti, R. dkk. 2014. *Pengaruh Implementasi Virtual lab Berbasis Multimedia Interaktif Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Listrik Dinamis*. Yogyakarta : UAD.
- Arsyad, A. 2003. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Grafindo Persada.
- Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali press.
- Arsyad, A. 2013. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Badan Nasional Standar Pendidikan. 2010. Paradigma pendidikan nasional abad XXI. Badan Standar Nasional Pendidikan Versi 1.0. diunduh melalui [http://www.bsnp-indonesia.org/id/wpcontent/Laporan BNSP2010.pdf](http://www.bsnp-indonesia.org/id/wpcontent/Laporan_BNSP2010.pdf) pada 24 Januari 2022.
- Bpkm 2006. UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 20 TAHUN 2003 TENTANG SISTEM PENDIDIKAN NASIONAL. Diunduh melalui [https://peraturan.bkpm.go.id/jdih/userfiles/batang/UU\\_20\\_2003.pdf](https://peraturan.bkpm.go.id/jdih/userfiles/batang/UU_20_2003.pdf) pada 24 Januari 2022.
- Branch, R. M. 2009. *Intructional desaign: The ADDIE approach*. New york: springer.
- Chairani, A. S dan Wiyono, K. 2019. Pengembangan *Virtual Laboratory* Sistem Sirkulasi pada Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan*. 9 (1): 29-42.
- Daryanto. 2010. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Hamdani, H. 2013. *Pengembangan Sistem Pendidikan Di Indonesia*. Bandung: Pusaka Setia.
- Hartono, A. 2021. *Pengembangan Virtual Laboratory Pada Materi Bioteknologi Pokok Bahasan Kultur Jaringan Terintegrasi Nilai-Nilai Islam Dan Potensi Lokal Di Sma Negeri 11 Medan*. Skripsi: Medan. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.

- Jaya, H. (2013). Pengembangan Laboratorium Virtual Untuk Kegiatan Praktikum dan Memfasilitasi Pendidikan Karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. 2(1):81-90.
- KEMDIKBUD. Permendikbud no. 20 tahun 2016. diunduh melalui <https://jdih.kemdikbud.go.id/arsip/Salinan%20Permen%20dikbud%20Nomor%2020%20Tahun%202016.pdf> pada 2 Maret 2022.
- KEMDIKBUD. Permendikbud no. 37 tahun 2018. diunduh melalui <http://jdih.kemdikbud.go.id/arsip/Permendikbud%20Nomor%2037%20Tahun%202018.pdf> pada 24 Januari 2022.
- Krisnadi, Z. H. I. S. I. M. A. G. J. 2019. *Efektivitas Penyampaian Pesan Germas Menggunakan Media Komik Dibandingkan Dengan Leaflet Terhadap Pengetahuan Germas di SMPN Mlati Kabupaten Sleman Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta: Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Kustandi, C. dan Sutjipto, B. 2011. *Media Pembelajaran Manual Dan Digital*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Maksum, Apid Hapid dan Yuliarman Saragih. 2020. Analisis Penerapan Virtual Laboratorium Versus Reality Laboratorium. *TIARSIE*. 17 (2): 47-52.
- Mardin, H. 2017. *Analisis Kesulitan Belajar Biologi Peserta Didik Kelas XII IPA SMA Negeri di Kota Palopo*. Skripsi. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Mariam, N. 2019. The Development of an ADDIE Based Instructional Model for ELT in Early Childhood Education. *International Journal of Educational Technology*. 20(1): 25-55.
- Mirawati, Z. S. dkk. 2021. Pengembangan *Virtual Laboratory* Berbasis Android Pada Mata Pelajaran Biologi Di Sman 1 Abung Semuli Lampung Utara. *Jurnal Teknologi Informasi*. 5(2): 149-156.
- Munandar, K. 2016. *Pengenalan Laboratorium IPA – Biologi Sekolah*. Bandung : Refika Adiatama.

- Nirwana, R. R. 2011. Pemanfaatan Laboratorium dan *E - Reference* Dalam Proses Pembelajaran dan Penelitian Ilmu Kimia. *Jurnal Phenomenon*. 1(1): 117.
- Norra, Bunga I. 2020. Pemetaan Kebutuhan Media Pembelajaran Biologi di SMP Dan SMA. *Bioilmi*. 6(2).
- Prensky, M. 2001. Digital natives, digital immigrant. *On the Horizon*. 9 (5).
- Rahmat, A dan Riandi, S. R. 2010. Kajian Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas: Kesulitan Siswa dalam Pembelajaran. *jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*. 15 (1): 26-55.
- Ramli, M. 2012. *Media dan Teknologi Pembelajaran*. Banjarmasin: IAIN Antasari Press.
- Rhosalia, Lulu Anggi. 2017. Pendekatan Saintifik (Scientific Approach) Dalam Pembelajaran Tematik Terpadu Kurikulum 2013 Versi 2016. *Journal of Teaching in Elementary Education*. 1(1): 59-77.
- Rokhim, D. A, Asrori, M. R. dan Widarti, H. R. 2020. Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pintar. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*. 3(2): 216-226.
- Rusman, dkk. 2012. *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Dan Komunikasi Mengembangkan Profesionalitas Guru*. Jakarta : Rajawali Pers.
- Salam, P et al. 2010. Pembelajaran Berbasis Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Pada Materi Listrik Dinamis. *Proceedings of The 4th International Conference on Teacher Education; Join Conference UPI & UPSI Bandung, Indonesia*.
- Sholikhati, I. 2018. *Pengembangan Virtual Laboratory Dengan Adobe Flash Cs Berintegrasi Sains Islam Sebagai Media Instruksional Pada Materi Virus*. Skripsi. Semarang: Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Sitorus, M., Purba, D. F., & Silalahi, A. 2013. PENGARUH PENGGUNAAN MULTIMEDIA DAN PRAKTIKUM MELALUI

- STRATEGI LEARNING CYCLE TERHADAP KARAKTER DAN HASIL BELAJAR KIMIA SISWA SMA PADA POKOK BAHASAN KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 5(02).
- Siyoto, S. dan Sodik, A. 2015. *Dasar Metode penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing.
- Suarja, Zainal Abidin. 2015. Penggunaan Laboratorium Virtual Pada Pembelajaran Biologi Di Sma Kota Banda Aceh. *Jurnal Bio-Natural (Jurnal Pendidikan Biologi)*. 1(2): 33- 38.
- Sudijono, A. 2009. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumiharsono, R. dan Hisbiyatul, H. 2017. *Media Pembelajaran: Buku Bacaan Wajib Dosen, Guru dan Calon Pendidik*. Jember: Pustaka Abadi.
- Sutrisno, 2012. *Pengantar Pembelajaran Inovatif*. Jakarta: G.
- Tafanao, T. 2018. Peranan media pembelajaran dalam meningkatkan minat belajar mahasiswa. *Jurnal komunikasi pendidikan*. 2 (2): 103-114.
- Wahyuni. 2013. *Diagnosis Tingkat Kesulitan Belajar Siswa Terhadap Pokok Bahasan Metabolisme Siswa Kelas Xii Ipa MA. Syekh Yusuf Kabupaten Gowa*. Skripsi. Makassar: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Alauddin Makassar.
- Wibawanto, W. 2020. *Laboratorium Virtual: Konsep dan Pengembangan Simulasi Fisika*. Semarang: LPPM Unnes.
- Wibawanto, W. 2020. *Laboratorium Virtual: Konsep dan Pengembangan Simulasi Fisika*. Semarang: LPPM Unnes.
- Wibawanto, Wandah. 2020. *Game Edukasi Role Play Game (RPG)*. Semarang: LPPM Unnes, h. 13.
- Widoyoko, E. P. 2016. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Wisudawati, dkk. 2014. *Metodologi Pembelajaran IPA*. Jakarta : Bumi Aksara.

- Wulandari R. I., Harlita, dan Nurmiyati. 2020. Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual berbasis Discovery Learning Materi Sistem Imun Kelas XI MIPA. *Media Penelit. Pendidik.* 14 (1): 61–70.
- Yuniarti, F., et al. 2012. Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Materi Pembiakan Virus. *Unnes Journal of Biology Education.* 1 (1): 86-94.
- Yusuf, I & Subaer. 2013. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Media Laboratorium Virtual pada Materi Dualisme Gelombang Partikel di SMA Tut Wuri Handayani Makassar. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia.* 2(2): 189-194.

## Lampiran

### Lampiran 1

Wawancara kepada guru mata pelajaran Biologi

Tempat : MAN Kendal

Waktu : 28 september 2021

Narasumber : Nurus Samah

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Bagaimana pembelajaran Biologi yang dilaksanakan selama masa peralihan <i>New Normal</i> ?	Pembelajaran yang dilaksanakan di MAN Kendal selama masa <i>New Normal</i> dilaksanakan secara <i>Hybrid Learning</i> yaitu dengan sebagian pembelajaran tatap muka dan <i>daring</i> , para siswa bergantian jadwal mengikuti pembelajaran tersebut, baik secara tatap muka maupun <i>daring</i> .
2.	Kendala apa saja yang dialami dalam pelaksanaan pembelajaran biologi?	Kendala yang dialami dalam pembelajaran biologi a. Kurang efektifnya waktu untuk melaksanakan pembelajaran, terutama pembelajaran <i>daring</i> b. Siswa yang kesulitan dalam mengikuti pembelajaran secara <i>daring</i> yang disebabkan karena berbagai macam alasan. Seperti kendala sinyal,

		kegiatan rutin membantu orang tua, dll.
3.	Pada pembelajaran biologi sumber utama apa yang digunakan untuk pembelajaran?	Sumber utama yang digunakan adalah buku terbitan erlangga terbaru
4.	Pada pembelajaran biologi media apa yang sering digunakan dalam pembelajaran?	Dalam pembelajaran biologi yang dilaksanakan media pembelajaran yang digunakan adalah kartu.
5.	Menurut anda materi apa yang dirasa sulit dalam pembelajaran biologi ?	Materi yang sulit dalam pembelajaran biologi adalah materi metabolisme dan materi mendel karena materinya yang cukup abstrak, selain itu dalam materi metabolisme banyak reaksi kimia yang cukup membuat siswa kesulitan dalam memahami materi serta materi yang abstrak
6.	Apakah dalam pembelajaran dilaksanakan praktikum?	Selama pembelajaran dilaksanakan secara hybrid praktikum tidak dapat dilaksanakan karena terbatasnya waktu dan platform.

## Lampiran 2

Wawancara kepada siswa kelas XII IPA

Tempat : MAN Kendal

Waktu : 09 Februari 2022

Narasumber : Fitrotun Nisa dan Arkaan Abdurrahman

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	apakah kalian sudah pernah mendapatkan materi metabolisme?	Sudah
2.	Menurut kalian materi metabolisme termasuk mudah dipahami atau sulit? Mengapa?	Materi metabolisme tergolong dalam materi yang cukup sulit untuk dipahami karena materi yang abstrak, terlalu banyak reaksi kimia yang susah untuk menghubungkan setiap reaksi, serta tidak dilaksanakannya praktikum.
3.	Apakah dalam pembelajaran materi metabolisme, guru menggunakan media? Media apa yang digunakan?	Pembelajaran materi metabolisme menggunakan media yaitu Gambar buku paket dan kartu.
4.	Dalam pembelajaran metabolisme apakah dilakukan praktikum	Selama pembelajaran dilaksanakan secara hybrid tidak dilaksanakan praktikum..
5.	menurut kalian apakah praktikum penting untuk dilaksanakan untuk lebih memahami materi metabolisme	Praktikum sangat penting untuk dilaksanakan untuk lebih memahami materi yang disampaikan.

## Lampiran 3

Hasil validasi ahli materi

**LEMBAR VALIDASI**  
**AHLI MATERI KELAS XII SMA MATA PELAJARAN BIOLOGI**

**Judul Penelitian** : Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Materi Metabolisme  
Sebagai Alternatif Kegiatan Praktikum Siswa Kelas XII  
SMA/MA

**Peneliti** : M. Barri Rashwanda

**Program Studi** : Pendidikan Biologi

**Validator** : Chusnul Adib Achmad, M. Si

**Asal Instansi** : UIN Walisongo Semarang

**Tanggal Validasi** : 15-12-2022

**1. Petunjuk Pengisian**

- a. Angket validasi ahli media dimaksudkan untuk mendapatkan penilaian dari Bapak/Ibu selaku ahli materi mengenai kelayakan *Virtual Laboratory* pada Materi Metabolisme sebagai alternatif Kegiatan praktikum. Penilaian, kritik, dan saran Bapak/Ibu akan bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas dari *Virtual Laboratory* yang dikembangkan
- b. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap pertanyaan yang tiap pertanyaan dalam lembar validasi dengan memilih skala penilaian yang telah diberikan
- c. Berikan penilaian dengan mengikuti kriteria berikut:

Kriteria	Skor
Sangat Baik (A)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang Baik (D)	2
Sangat Kurang Baik (E)	1

- d. Apabila penilaian Bapak/Ibu berikan adalah 1 atau 2 maka berikan saran untuk hal yang menyebabkan kekurangan atau perlunya penambahan sesuatu yang lebih baik
- e. Berikan kesimpulan dari hasil penilaian Bapak/Ibu terhadap *Virtual Laboratory* ini
- f. Atas kesediaan dan bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket validasi, saya sebagai peneliti mengucapkan terima kasih.

2. Lembar Penilaian

No	Sub Komponen	Butir	Skor				
			1	2	3	4	5
1.	Desain Praktikum	Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar				✓	
		Kesesuaian dengan Indikator pembelajaran				✓	
2.	Isi Materi	Kelengkapan Materi pada Virtual Lab				✓	
		Keakuratan konsep telah sesuai dengan materi				✓	
		Keakuratan ilustrasi telah sesuai dengan materi				✓	
		Kesesuaian hasil simulasi praktikum dengan teori				✓	
		Pemisahan materi antar paragraf jelas				✓	
3.	Bahasa dan komunikasi	Keefektifan kalimat				✓	
		Kebakuan istilah				✓	
		Penyusunan kalimat sesuai dengan kaidah				✓	
		Ketepatan pemilihan bahasa				✓	
4.	Fungsi Keseluruhan	Simulasi eksperimen menjadi alternatif pengganti kegiatan praktikum yang tidak dapat dilaksanakan.					✓
		Virtual Laboratory dapat dijangkau oleh sekolah					✓
		Virtual Laboratory dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan					✓

Sumber: (Pamungkas, 2021) dimodifikasi

3. Kritik dan Saran

Saran : Update aplikasi & butuh untuk mengakomodir materi / bahan pendukung (Teori) terhadap praktikum virtual yg & jalankan.

#### 4. Indikator Penilaian

Penilaian menggunakan skala Likert untuk menganalisis hasil validasi produk yang dilakukan oleh validator. Adapun perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Selanjutnya persentase kelayakan didapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100% - 81%	Sangat Layak
80% - 61%	Layak
60% - 41%	Cukup Layak
40% - 21%	Tidak Layak
20% - 0%	Sangat Tidak Layak

Sumber: (Sugiyono, 2019)

#### 5. Kesimpulan

Demikian Validasi *Virtual Laboratory* pada Materi Metabolisme Sebagai Alternatif Kegiatan Praktikum Siswa Kelas XII SMA/MA, Media tersebut

1. Layak digunakan di lapangan tanpa revisi	✓
2. Layak digunakan dengan revisi	✓
3. Tidak layak digunakan di lapangan	

Catatan: berilah tanda (V) pada salah satu pilihan di atas.

Semarang, 15-12-2022

Validator Ahli Materi



Chusnul Adib Achmad, M. Si

<b>No</b>	<b>Aspek penilaian</b>	<b>Skor</b>	<b>skor maksimal</b>	<b>%</b>	<b>Kriteria</b>
1	Desain praktikum	8	10	80%	sangat layak
2	Isi materi	20	25	80%	sangat layak
3	Bahasa dan komunikasi	16	20	80%	sangat layak
4	Fungsi keseluruhan	15	15	100%	sangat layak
<b>Jumlah skor</b>		59	70	84%	sangat layak

## Lampiran 4

### Hasil validasi ahli media

#### LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA KELAS XII SMA MATA PELAJARAN BIOLOGI

**Judul Penelitian** : Pengembangan Virtual Laboratory Pada Materi Metabolisme Sebagai Alternatif Kegiatan Praktikum Siswa Kelas XII SMA/MA  
**Peneliti** : M. Barri Rashwanda  
**Program Studi** : Pendidikan Biologi  
**Validator** : Widi Cahya Adi  
**Asal Instansi** : UIN Walisongo Semarang  
**Tanggal Validasi** : 14 November 2022

#### 1. Petunjuk Pengisian

- Angket validasi ahli media dimaksudkan untuk mendapatkan penilaian dari Bapak/Ibu selaku ahli media mengenai kelayakan *Virtual Laboratory* pada Materi Metabolisme sebagai alternatif Kegiatan praktikum. Penilaian, kritik, dan saran Bapak/Ibu akan bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas dari *Virtual Laboratory* yang dikembangkan
- Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap pertanyaan yang tiap pertanyaan dalam lembar validasi dengan memilih skala penilaian yang telah diberikan
- Berikan penilaian dengan mengikuti kriteria berikut:

Kriteria	Skor
Sangat Baik (A)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang Baik (D)	2
Sangat Kurang Baik (E)	1

- Apabila penilaian Bapak/Ibu berikan adalah 1 atau 2 maka berikan saran untuk hal yang menyebabkan kekurangan atau perlunya penambahan sesuatu yang lebih baik
- Berikan kesimpulan dari hasil penilaian Bapak/Ibu terhadap *Virtual Laboratory* ini
- Atas kesediaan dan bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket validasi, saya sebagai peneliti mengucapkan terima kasih.

#### 2. Lembar Penilaian

No	Sub Komponen	Butir	Skor				
			1	2	3	4	5
1.	Perangkat Lunak (Software)	Maintanable (mudah dikelola)				V	
		Usabilitas (mudah digunakan)				V	
		Kompatibilitas (dapat diinstalasi pada gawai dengan mudah)					V
2.	Komponen Media	Reusable (dapat dimanfaatkan kembali untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran)				V	
		Kesesuaian dengan indikator pencapaian Kompetensi				V	
		Kelengkapan komponen Media				V	
		Pengorganisasian komponen media				V	

No	Sub Komponen	Butir	Skor				
			1	2	3	4	5
3.	Komunikasi Visual	Penyajian materi dalam Media			V		
		Komunikatif				V	
		Kreatif dalam Penuangan Ide					V
		Visual ( <i>Lay out Design</i> , Tipografi, dan Warna)					V
4.	Artistik dan Estetika	Animasi dan Gambar dalam Media				V	
		Ketepatan pemilihan font					V
		Penggunaan teks, grafis, animasi, dan audio dalam <i>Virtual Laboratory</i>				V	
		Kemenarikan <i>lay out</i> dan tata letak					V
		Pemilihan warna menarik					V
5.	Navigasi	Keserasian teks, grafis, animasi, dan audio					V
		<i>Virtual Laboratory</i> mudah digunakan				V	
		Program <i>Virtual Laboratory</i> sederhana dalam pengoperasiannya				V	
		Navigasi yang dibuat memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya				V	
6.	Fungsi Keseluruhan	Program <i>Virtual Laboratory</i> dapat berjalan dengan baik					V
		Simulasi eksperimen menjadi alternatif pengganti kegiatan praktikum yang tidak dapat dilaksanakan.					V
		<i>Virtual Laboratory</i> dapat dijangkau oleh sekolah					V
		<i>Virtual Laboratory</i> dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan					V

Sumber: (Hartono, 2021) dimodifikasi

### 3. Kritik dan Saran

Media yang dikembangkan sudah memiliki inovasi yang baik, semoga kedepannya dapat terus menambah inovasi dan menambah pengayaan materi serta gambar-gambar pendukung materi.

#### 4. Indikator Penilaian

Penilaian menggunakan skala Likert untuk menganalisis hasil validasi produk yang dilakukan oleh validator. Adapun perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Selanjutnya persentase kelayakan didapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100% - 81%	Sangat Layak
80% - 61%	Layak
60% - 41%	Cukup Layak
40% - 21%	Tidak Layak
20% - 0%	Sangat Tidak Layak

Sumber: (Sugiyono, 2019)

#### 5. Kesimpulan

Demikian Validasi *Virtual Laboratory* Pada Materi Metabolisme Sebagai Alternatif Kegiatan Praktikum Siswa Kelas XII SMA/MA. Media tersebut

1.	Layak digunakan di lapangan tanpa revisi	V
2.	Layak digunakan dengan revisi	
3.	Tidak layak digunakan di lapangan	

**Catatan: berilah tanda (V) pada salah satu pilihan di atas.**

Semarang, 14 November 2022  
Validator Ahli Media

  
Widi Cahya Adi, M.Pd.

N o	Aspek penilaian	Skor	skor maksimal	%	Kriteria
--------	--------------------	------	------------------	---	----------

1	Perangkat lunak (Software)	17	20	85%	sangat layak
2	Komponen media	13	20	65%	layak
3	Komunikasi visual	18	20	90%	sangat layak
4	Artistik dan estetika	24	25	96%	sangat layak
5	Navigasi	17	20	85%	sangat layak
6	Fungsi keseluruhan	12	15	80%	sangat layak
<b>Jumlah skor</b>		101	120	84%	sangat layak

## Lampiran 5

### Hasil penilaian guru

**LEMBAR PENILAIAN**  
**GURU KELAS XII SMA MATA PELAJARAN BIOLOGI**

**Judul Penelitian** : Pengembangan *Virtual Laboratory* Pada Materi Metabolisme Sebagai Alternatif Kegiatan Praktikum Siswa Kelas XII SMA/MA

**Peneliti** : M. Barri Rashwanda

**Program Studi** : Pendidikan Biologi

**Validator** : Narrus Samah

**Asal Instansi** : MAN Kendal

**Tanggal Validasi** : 6-12-2022

**1. Petunjuk Pengisian**

a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap pertanyaan yang terdapat pertanyaan dalam lembar validasi dengan memilih skala penilaian yang telah diberikan

b. Berikan penilaian dengan mengikuti kriteria berikut:

Kriteria	Skor
Sangat Baik (A)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang Baik (D)	2
Sangat Kurang Baik (E)	1

c. Apabila penilaian Bapak/Ibu berikan adalah 1 atau 2 maka berikan saran untuk hal yang menyebabkan kekurangan atau perlunya penambahan sesuatu yang lebih baik

d. Berikan kesimpulan dari hasil penilaian Bapak/Ibu terhadap *Virtual Laboratory* ini

e. Atas kesediaan dan bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket validasi, saya sebagai peneliti mengucapkan terima kasih.

## 2. Lembar penilaian

No	Aspek	Indikator	Skor				
			1	2	3	4	5
1.	Relevansi materi	Kejelasan topik				✓	
		Materi isi				✓	
		Kedalaman materi			✓		
		Kelengkapan materi				✓	
		Materi sesuai dengan konsep biologi yang berlaku				✓	
2.	Konsep Virtual Laboratory	Gambar pada Virtual Laboratory					✓
		Perataan Virtual Laboratory					✓
		Virtual Laboratory memiliki tampilan (warna, gambar, dan teks) yang menarik					✓
		Virtual Laboratory sebagai alternatif pelaksanaan praktikum					✓
		Virtual Laboratory tidak membosankan					✓
3.	Penyajian	Virtual Laboratory sesuai dengan tahapan berfikir siswa					✓
		Tampilan Virtual Laboratory					✓
4.	Fungsi Keseluruhan	Penyajian materi pada media				✓	
		Kemudahan penggunaan					✓
		Simulasi eksperimen menjadi alternatif pengganti kegiatan praktikum yang tidak dapat dilaksanakan					✓
		Virtual Laboratory dapat dijangkau oleh sekolah					✓
		Virtual Laboratory dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan					✓

Sumber: BSNP(2014) dengan modifikasi

### 3. Kritik dan Saran

### 4. Indikator Penilaian

Penilaian menggunakan skala Likert untuk menganalisis hasil validasi produk yang dilakukan oleh validator. Adapun perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Selanjutnya persentase kelayakan didapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100% - 91%	Sangat Layak
80% - 61%	Layak
50% - 41%	Cukup Layak
40% - 21%	Tidak Layak
20% - 0%	Sangat Tidak Layak

Sumber: (Sugiyono, 2019)

### 5. Kesimpulan

Demikian Validasi *Virtual Laboratory* pada Materi Metabolisme Sebagai Alternatif Kegiatan Praktikum Siswa Kelas XII SMA/MA. Media tersebut

1. Layak digunakan di lapangan tanpa revisi	✓
2. Layak digunakan dengan revisi	
3. Tidak layak digunakan di lapangan	

Catatan: berilah tanda (V) pada salah satu pilihan di atas.

Kendal, 6 Desember 2022

Guru Biologi

  
Nurus Samah

<b>No</b>	<b>Aspek penilaian</b>	<b>Skor</b>	<b>skor maksimal</b>	<b>%</b>	<b>Kriteria</b>
1	Relevansi Materi	19	20	95%	sangat layak
2	Konsep Virtual Laboratory	27	30	90%	sangat layak
3	Penyajian	12	15	80%	sangat layak
4	Fungsi Keseluruhan	13	15	87%	sangat layak
<b>Jumlah skor</b>		71	80	89%	sangat layak

## Lampiran 6

### Hasil penilaian siswa

Lembar Validasi Siswa

Pertanyaan Jawaban **30** Setelan

30 jawaban

Menerima jawaban

Ringkasan Pertanyaan Individual

Nama

30 jawaban

Muhammad Isma Dhiyaul Haq
Nabila Izzatin Farikhatun Naida
Afiana Mu'arifah

Lembar Validasi Siswa

Pertanyaan Jawaban **30** Setelan

## Lembar Validasi Siswa

Petunjuk pengisian:

1. isi identitas anda pada angket yang tersedia
2. Bacalah pertanyaan-pertanyaan dengan teliti
3. pilih sesuai jawaban kalian
4. mohon isi setiap item tanpa terlewatkan

**\* Wajib**

Nama \*

Muhammad Isma Dhiyaul Haq

Lembar Validasi Siswa

Pertanyaan Jawaban **30** Setelan

Kelas \*

XII IPA

Tampilan *Virtual Laboratory* ini menarik \*

Sangat Baik

Baik

Cukup

Kurang Baik

Sangat kurang Baik

Lembar Validasi Siswa

Pertanyaan Jawaban **30** Setelan

Dengan menggunakan *Virtual Laboratory* ini membuat kegiatan praktikum tidak membosankan \*

Sangat Baik

Baik

Cukup

Kurang Baik

Sangat kurang Baik

### Lembar Validasi Siswa

Pertanyaan Jawaban **30** Setelan

*Virtual Laboratory* ini mendukung saya untuk menguasai materi Metabolisme \*

- Sangat Baik
- Baik
- Cukup
- Kurang Baik
- Sangat kurang Baik

### Lembar Validasi Siswa

Pertanyaan Jawaban **30** Setelan

Materi yang disajikan pada *Virtual Laboratory* mudah saya pahami \*

- Sangat Baik
- Baik
- Cukup
- Kurang Baik
- Sangat kurang Baik

### Lembar Validasi Siswa

Pertanyaan Jawaban **30** Setelan

Bacaan dan tulisan yang terdapat pada *Virtual Laboratory* jelas dan mudah saya pahami \*

- Sangat Baik
- Baik
- Cukup
- Kurang Baik
- Sangat kurang Baik

### Lembar Validasi Siswa

Pertanyaan Jawaban **30** Setelan

Bahasa yang digunakan dalam *Virtual Laboratory* ini sederhana dan mudah dimengerti \*

- Sangat Baik
- Baik
- Cukup
- Kurang Baik
- Sangat kurang Baik

06/12/22 09:59 dikirimkan

No	Responen	Skor	%	Kriteria
1	Muhammad Isma Dhiyaul Haq	24	80%	Sangat Layak
2	Nabila Izzatin Farikhatun Naida	20	67%	Layak
3	Afiana Mu'arifah	29	97%	Sangat Layak
4	Itsna Akhsanti Aufari	30	100%	Sangat Layak
5	Nadia Fara Alfiana	30	100%	Sangat Layak
6	Meutia Alin Najwa	23	77%	Layak
7	Safira Azka Kamila	24	80%	Sangat Layak
8	Nurul Izza Filashofy	24	80%	Sangat Layak
9	Nida Alfina Nihlah	18	60%	Layak
10	Rizki Amelia	30	100%	Sangat Layak
11	Shinta Nurrahmah	24	80%	Sangat Layak
12	Maftukhah Lailatul Urbah	24	80%	Sangat Layak
13	Nafisah Hasna Athifa	25	83%	Sangat Layak
14	Nailul Widad	25	83%	Sangat Layak
15	Nasywa Dewi Anggraeni	30	100%	Sangat Layak
16	Niswah Naelatullidzati	30	100%	Sangat Layak
17	Arifiatul Lailin Nisa	25	83%	Sangat Layak
18	Dian Zulfa Choirunnisa	25	83%	Sangat Layak
19	Nabila Yunia Rahmawati	25	83%	Sangat Layak

20	Nailul Faza	24	80%	Sangat Layak
21	Anjaina El Maula	22	73%	Layak
22	Siti Dwi Riyani	24	80%	Sangat Layak
23	Naura Hasna	25	83%	Sangat Layak
24	Fatimah Nurazizah	23	77%	Layak
25	Salmadhia Hasna Abidin	30	100 %	Sangat Layak
26	Najwa Hasna Kamila Ahmadiah	30	100 %	Sangat Layak
27	Deva Asfa Maela	25	83%	Sangat Layak
28	Muhammad Fariq Alauddin	29	97%	Sangat Layak
29	Indi Risla Dayyana	30	100 %	Sangat Layak
30	Azril Awwalin	27	90%	Sangat Layak
<b>Rata-Rata</b>		25.8	86%	
<b>Kriteria</b>		<b>Sangat Layak</b>		

# Lampiran 7

## Desposisi perijinan penelitian

 KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN KENDAL MADRASAH ALIYAH NEGERI KENDAL <small>Jalan Soekarno-Hatta Komplek Islamic Centre Bugangin Kendal 51314                      Kotak Pos 18 Telepon 0294-381264 Faksimili 0294-262070                      email: maskendal@gmail.com website: maskendal.sch.id</small>	
<b>LEMBAR DISPOSISI</b>	
Indeks Berkas : .....	Kode : .....
Tanggal : 15 November 2022	Nomor : 11/2022
Asal Surat : PINKULIAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN WALISONGO SEMARANG	
Isi Ringkas : Permohonan Izin Riset on M. Barri Roswanda	
diterima Tanggal : 28 November 2022	
Tanggal Penyelesaian : .....	
<b>Isi Disposisi</b> <input type="checkbox"/> untuk diketahui <input checked="" type="checkbox"/> untuk dilaksanakan <input type="checkbox"/> untuk diselesaikan <input type="checkbox"/> untuk diperhatikan <input type="checkbox"/> untuk dijadikan pedoman <input type="checkbox"/> untuk disiapkan konsep <input type="checkbox"/> untuk direkapitulasi <input type="checkbox"/> untuk difile <input type="checkbox"/> untuk direvisi/ dikoreksi	<input type="checkbox"/> untuk digandakan <input type="checkbox"/> untuk dikonsultasikan dengan kamad <input type="checkbox"/> untuk dikoordinasikan dengan <input type="checkbox"/> ..... <input type="checkbox"/> ..... <input type="checkbox"/> ..... <input type="checkbox"/> ..... <input type="checkbox"/> ..... <input type="checkbox"/> .....
<b>Diteruskan kepada:</b> <input type="checkbox"/> Kepala Tata Usaha <input checked="" type="checkbox"/> Waka Kurikulum <input type="checkbox"/> Waka Kesiswaan <input type="checkbox"/> Waka Humas <input type="checkbox"/> Waka Sarpras <input type="checkbox"/> Bendaharawan <input type="checkbox"/> Guru BK <input type="checkbox"/> ..... <input type="checkbox"/> .....	
CATATAN: Mohon Salang & bentuk Form	
Paraf 28-11-2022 	
sesudah digunakan harap segera dikembalikan	
Paraf _____ Tanggal : _____	



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamba Kiri, 1 Semarang Telp. 024 76133366 Semarang 50185  
E-mail: [fs@uinsw.ac.id](mailto:fs@uinsw.ac.id), Web: <http://fs.uinsw.ac.id>

Nomor : B.7794/Un.10.8/K/SP.01.08/11/2022 Semarang, 15 Nopember 2022  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.  
Kepala MAN Kendal  
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi Prodi Pendidikan Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, bersama ini kami sampaikan saudara :

Nama : M. Barri Rashwanda

NIM : 1708096042

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Pendidikan Biologi.

Judul Skripsi : Pengembangan Virtual Laboratory pada Materi Metabolisme sebagai Alternatif Kegiatan Pratikum Siswa Kelas XII SMA/MA.

Dosen Pembimbing : 1. Bunge Ihdra Norra, M.Pd

2. Ema Wijayanti, M.Pd

Untuk melaksanakan riset di sekolah Bapak/Ibu pimpin yang akan dilaksanakan tanggal 28-30 Nopember 2022, maka kami mohon berkenan diijinkan mahasiswa dimaksud.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dekan  
Kaban TU

Munir Kharis, SH., MH  
196910171994031002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Temp/ua : 085 535 521 8120



PEMERINTAH KABUPATEN KENDAL  
BADAN PERENCANAAN, PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Jl. Soekarno-Hatta No. 193 Kendal (51313) telp/fax. (0294) 361225  
Email: baperlitbang@kendalkab.go.id website: baperlitbang.kendalkab.go.id

Kendal, 21 November 2022

Nomor : 070 / 2265 / 2022

Kepada :

Lampiran : 1 (satu) Lembar

1) Kepala Kementerian Agama Kabupaten Kendal  
2) Kepala MAN 1 Kendal

Perihal : Pemberitahuan Ijin Penelitian  
M. Barri Rashwanda

di  
Tempat

Menunjuk Peraturan Bupati Kendal Nomor 10 Tahun 2006 tanggal 29 Maret 2006 perihal Pelayanan Rekomendasi Penelitian dan surat Bupati Kendal Nomor : 070 / 2265K / Lrbang / 2022 tanggal 21 November 2022, Perihal Surat Rekomendasi Penelitian atas nama M. Barri Rashwanda, dengan judul **PENGEMBANGAN VIRTUAL LABORATORY PADA MATERI METABOLISME SEBAGAI ALTERNATIF KEGIATAN PRAKTIKUM SISWA KELAS XII SMA/MA**, maka bersama ini kami hadapkan peneliti tersebut untuk mendapatkan bimbingan dan bantuannya guna kelancaran pelaksanaan kegiatan penelitian tersebut.

Demikian pemberitahuan ini disampaikan atas bantuan dan bimbingannya disampaikan terima kasih.

Ditandatangani di Kendal  
Pada tanggal 21 November 2022  
a.n. BUPATI KENDAL

Kepala Badan Perencanaan, Penelitian dan Pengembangan

Ut.  
Kopie Bidang Penelitian dan Pengembangan  
ADJI HENDRA LESTIYAWAN, S.P.  
Kabupaten / N a  
361061720050110015

Tembusan :

- 1 Bupati Kendal (sebagai laporan);
- 2 Kepala Badan Perencanaan, Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Kendal;
- 3 Saudara M. Barri Rashwanda;
- 4 Pertinggal;

PEMERINTAH KABUPATEN KENDAL  
BADAN PERENCANAAN, PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Jl. Srikarolita No. 193 Kendal (51333) telfax: (0294) 331215  
Email: [badanperencanaan@kendalkab.go.id](mailto:badanperencanaan@kendalkab.go.id) website: [baperlitbang.kendalkab.go.id](http://baperlitbang.kendalkab.go.id)

**SURAT REKOMENDASI PENELITIAN**

Nomor: 070 / 2244 / XI / 2022

- I. Dasar : Peraturan Bupati Kendal Nomor 10 Tahun 2006 tanggal 29 Maret 2006 tentang Pelayanan Rekomendasi Penelitian.
- II. Membaca : Surat Tanda Terima Pemberitahuan Pelaksanaan Penelitian dari Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kabupaten Kendal Nomor 1070 / 2244 / XI / 2022, tanggal 21 November 2022, atas nama M. Barri Rashwanda.

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Badan Perencanaan, Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Kendal bertindak atas nama Bupati Kendal menyatakan tidak keberatan atas pelaksanaan penelitian di Wilayah Kabupaten Kendal yang dilaksanakan oleh:

1. Nama : M. BARRI RASHWANDA
2. Pekerjaan : Mahasiswa  
Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Pendidikan Biologi UIN Walisongo
3. Alamat : Sukodadi, 02/03 Kangkung kendal
4. Penanggung jawab : Bunga Irida Nurra, M. Pd
5. Judul penelitian : PENGEMBANGAN VIRTUAL LABORATORY PADA MATERI METABOLISME SEBAGAI ALTERNATIF KEGIATAN PRAKTIKUM SISWA KELAS XI SMA/MA
6. Lokasi : Madrasah Aliyan Negeri Kendal

Dengan ketentuan - ketentuan sebagai berikut :

- a. Pelaksanaan penelitian tidak diperbolehkan untuk tujuan yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah.
  - b. Sebelum pelaksanaan penelitian langsung kepada masyarakat, maka harus terlebih dahulu melaporkan kepada pimpinan Wilayah/Desa Kelurahan setempat.
  - c. Setelah penelitian selesai agar meminimalkan dan menyampaikan hasilnya kepada Bupati Kendal c.q. Kepala Badan Perencanaan, Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Kendal selambat-lambatnya 15 hari kerja.
- III. Surat izin penelitian ini berlaku dari tanggal 21 November 2022 sampai dengan 21 Februari 2023

Ditetapkan di Kendal

Pada tanggal 21 November 2022

di P. BUPATI KENDAL

Kepala Badan Perencanaan, Penelitian dan Pengembangan

Ub.

Kepala Bidang Penelitian dan Pengembangan

  
BAPERLITBANG  
BOLJENDRA LESYAWAN, S.P  
N. Perkasa / N a  
NIP.1981061720050110015

Tembusan :

- 1 Bupati Kendal (sebagai laporan);
- 2 Kepala Badan Perencanaan, Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Kendal;
- 3 Saudara M. Barri Rashwanda;
- 4 Pertinggal;



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN KENDAL

Jalan Pemuda No. 104 A, Kendal 51313  
Telepon (0294) 381223, Faksimili (0294)381262  
Website: <http://kendal.kemrenag.go.id/>

Nomor E-22.004/Kk.11.24/4/PP.00.9/11/2022 Kendal, November 2022  
Lampiran -  
Perihal Ijin Penelitian an. M. Barri Rashwanda

Kepada Yth.  
Kepala MA Negeri Kendal

di Tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Menindaklanjuti Surat Kepala Baperlitbang Kabupaten Kendal Nomor 070/2265R/Litbang/2022 Tanggal 21-11-2022, perihal sebagaimana tersebut pada pokok surat, bersama ini kami hadapkan petugas peneliti:

Nama	M. BARRI RASHWANDA
Pekerjaan	Mahasiswa UIN Walisongo Semarang
Alamat	Sukodadi RT/RW 02/01, Kangeung Kendal
Penanggungjawab	Bunga Linda Norra, M.Pd
Judul Penelitian	"PENGEMBANGAN VIRTUAL LABORATORY PADA MATERI METABOLISME SEBAGAI ALTERNATIF KEGIATAN PRAKTIKUM SISWA KELAS XII SMA/MA"
Lokasi	MA Negeri Kendal Jl. Islam Center Bugangin, Kendal
Ketentuan	Apabila penelitian telah selesai dilaksanakan agar segera melaporkan kepada Kepala Kantor Kementerian Agama Kabupaten Kendal

Sehubungan dengan hal tersebut dimohon dengan hormat Saudara bisa memberikan informasi, bimbingan serta bantuan seperlunya.

Demikian atas kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr Wb



M. Barri Rashwanda, M.Pd.I  
No: 0515.199704.1.001

Tembusan  
Kepala Baperlitbang Kabupaten Kendal

Lampiran 8

Dokumentasi penelitian







KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang 50185  
Telepon (024) 76433366, Website: fst.walisongo.ac.id

---

Nomor : B-6910/Un.10.8/J.8/PP.00.9/10/2022 13 Oktober 2022  
Lamp. : -  
Hal : Surat Permohonan menjadi Validator

Yth.

Bapak Chusnul Adib Achmad, M. Si.  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Berdasarkan pertimbangan dari dosen pembimbing, maka diperlukan validasi pada produk skripsi mahasiswa:

Nama : M. Barri Rashwanda  
NIM : 1708086042  
Judul : Pengembangan Virtual Laboratory Pada Materi Metabolisme Sebagai Alternatif Kegiatan Praktikum Siswa Kelas XII SMA/MA

Oleh karena itu kami meminta kesediaan Bapak/Tbu untuk menjadi Validator Materi pada skripsi tersebut.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan kerjasama Bapak/Tbu kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*



a.n. Dekan  
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Listyono, M.Pd.  
NIP. 19691016200811008

**Tembusan:**

1. Dekan FST UIN Walisongo sebagai laporan
  2. Mahasiswa yang bersangkutan
  3. Arsip jurusan
-



## Daftar Riwayat Hidup

### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : M. Barri Rashwanda
2. Tempat & Tanggal Lahir : Kendal, 16 Maret 2000
3. Alamat Rumah : Sukodadi 02/01 Kangkung Kendal
4. HP : 0895355218120
5. Email : rashwanda152@gmail.com

### B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
  - a. TK Melati Sukodadi
  - b. SD N 01 Sukodadi
  - c. SMP N 01 Cepiring
  - d. MAN Kendal