

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah R&D (*Research and Development*) model pengembangan oleh Thiagarajan. Model pengembangan ini meliputi 4D *Define, Design, Develop* dan *Disseminate*.<sup>75</sup> Kemudian dalam penelitian ini diadaptasi menjadi 3D (*Define, Design, Develop*) karena keterbatasan waktu pengembangan dan hanya terfokus dalam kevalidan dan kepraktisan produk.<sup>76</sup> Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan produk berupa aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM sebagai media pembelajaran Biologi kelas XII SMA/MA. Hasil penelitian sebagai berikut :

#### 1. Hasil Observasi dan *need asesment*

Berdasarkan observasi awal di MA NU Raudlatas Shibyan pada tanggal 6 Desember 2023 diperoleh informasi terkait kendala yang dihadapi peserta didik dan guru saat pembelajaran Biologi bahwa media pembelajaran yang digunakan terkesan monoton serta kegiatan praktikum yang minim sebab sarana dan prasarana laboratorium yang belum memadai. Selain itu, saat kegiatan pembelajaran peserta didik sering mengantuk, kurang fokus dan mudah lupa dengan materi yang disampaikan. Maka, diperlukan media pembelajaran yang menarik dan dapat menjadi alternatif kegiatan praktikum sehingga pembelajaran lebih bervariasi.

Berdasarkan *need asesment* (analisis kebutuhan), guru dan peserta didik membutuhkan media pembelajaran yang berbasis praktikum seperti aplikasi virtual laboratorium. Aplikasi tersebut memuat materi pelajaran yang mudah dipahami disertai gambar sesuai dengan materi, simulasi praktikum dan latihan soal. Dengan demikian, diperlukan media pembelajaran yang dapat melibatkan peserta didik dan dapat menjadi alternatif kegiatan praktikum sehingga kegiatan pembelajaran lebih menarik dan partisipatif.

---

<sup>75</sup> Winaryati, *Cercular Model of RD& D Model RD&D Pendidikan dan Sosial*.

<sup>76</sup> Wardhani et al., "*The Development of Biology Comic to Enhancement Analytical Thinking Skill and Adolescent Reproductive Health Knowledge*."

## 2. Hasil Desain Produk Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM

Berdasarkan hasil observasi awal dan *need assessment*, kemudian peneliti mengembangkan produk berupa aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM sebagai media pembelajaran di SMA/MA.

- a. Penelitian diawali dengan pembuatan akun pada *software articulate storyline* guna pembuatan aplikasi. Selanjutnya, melakukan perancangan konsep aplikasi berdasarkan kurikulum 2013 dan KD sebagai standar dalam pengembangan media pembelajaran aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium).
- b. Berikutnya, pengumpulan materi, gambar, dan prosedur kegiatan praktikum yang berkaitan dengan materi metabolisme sel.
- c. Peneliti membuat *slide* berisi materi, kegiatan praktikum dan *quiz* melalui *software articulate storyline*.
- d. Kemudian akan di *publish* dalam bentuk aplikasi khusus android.
- e. Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM siap digunakan.

## B. Hasil Pengembangan

Penelitian ini berjenis R&D (*Research and Development*) dengan model pengembangan 4D yang kemudian diadaptasi menjadi 3D (*Define, Design, Develop*). Langkah pengembangan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 1. *Define* (Pendefinisian)

Tahap *define* (pendefinisian) merupakan tahap awal yang ditempuh dalam pengembangan produk berupa aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium). Tahap pendefinisian meliputi beberapa kegiatan antara lain:

- a. *Front-end Analysis*, merupakan tahap analisis kendala yang dihadapi selama proses pembelajaran. Berdasarkan observasi awal diperoleh informasi terkait permasalahan yang sering dihadapi yaitu media pembelajaran yang digunakan terkesan monoton dan kegiatan praktikum yang minim sebab ruang dan peralatan laboratorium yang belum memadai. Hasil *need assessment* (analisis kebutuhan), guru dan peserta didik membutuhkan media pembelajaran yang berbasis simulasi seperti aplikasi virtual laboratorium. Aplikasi tersebut memuat materi pelajaran yang mudah dipahami disertai

gambar sesuai dengan materi, simulasi praktikum dan latihan soal.

- b. *Learner Analysis* (analisis peserta didik), hasil pemberian angket melalui *google form* kepada peserta didik kelas XII diperoleh informasi bahwa kendala saat pembelajaran yaitu sumber belajar yang terbatas, materi Biologi yang sulit, jenuh, tidak pernah kegiatan praktikum sehingga pembelajaran terfokus hanya di dalam kelas.
  - c. *Task Analysis* (analisis tugas), tahap ini bertujuan mengidentifikasi suatu informasi berhubungan dengan konsep materi pembelajaran. Hasil dari analisis tugas yakni kegiatan praktikum sangat dibutuhkan dalam materi metabolisme sel agar peserta didik mampu menghubungkan konsep yang diperoleh dengan pengalaman.
  - d. *Concept Analysis* (analisis konsep), pada tahap ini yakni mengidentifikasi kurikulum dan KD pada pembelajaran Biologi. Hasilnya diketahui bahwa pembelajaran Biologi kelas XII masih menggunakan kurikulum 2013 dan materi metabolisme sel yang di pelajari meliputi sub bab enzim, katabolisme dan anabolisme.
  - e. *Specifying Instructional Objectives* (analisis tujuan pembelajaran), tahap ini bertujuan guna memperoleh data yang diharapkan oleh peneliti. Tahap ini berkaitan antara tahap *define* (pendefinisian) dengan tahap *design* (perancangan). Pada tahap ini akan menentukan instrumen yang akan digunakan antara lain angket validasi materi dan media, serta angket kepraktisan produk untuk guru dan peserta didik.
2. **Design (Perancangan)**

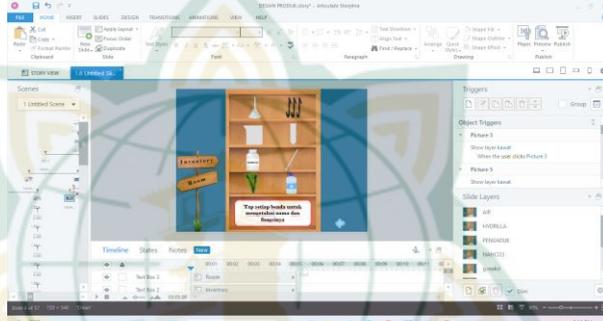
Tahap *design* (perancangan) merupakan tahap dalam mendesain produk sesuai dengan rincian tujuan pembelajaran pada tahap *define*. Penelitian ini membuat produk berupa media pembelajaran berbentuk aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Labotaorium) Berbasis STEM kelas XII SMA/MA yang disesuaikan dengan kurikulum 2013 dan KD. Kemudian, dilakukan pengumpulan informasi terkait materi metabolisme sel dan kegiatan praktikum yang sesuai. Selanjutnya membuat aplikasi melalui *software articulate storyline* dan *publish* hasilnya dalam bentuk aplikasi khusus android.

Produk yang dibuat terdiri dari beberapa susunan isi antara lain tampilan awal, tampilan KD dan tujuan pembelajaran, uraian materi, kegiatan praktikum uji enzim katalase dan uji

ingenhousz, *quiz* dan diakhiri dengan profil peneliti serta dosen pembimbing. Hasil produk akhir akan dipublish dalam bentuk aplikasi dan dapat di unduh melalui link <https://bit.ly/PraMetaVirLab>. Berikut adalah proses perancangan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Labotaorium) Berbasis STEM.

- a. Mendesain aplikasi *PraMetaVirLab* menggunakan *software articulate storyline*

**Gambar 4. 1 Desain di *software articulate storyline***



*Software articulate storyline* digunakan untuk mendesain aplikasi *PraMetaVirLab*, mulai dari tampilan awal, materi, kegiatan praktikum virtual, *quiz* hingga tampilan profil. *Articulate storyline* merupakan perangkat lunak yang hampir mirip dengan *microsoft power point* serta memiliki fitur gambar, video, animasi dan sebagainya.<sup>77</sup>

<sup>77</sup> Sri Made Indriani, Wayan I Artika, dan Wahyu Ratih Dwi Ningtias, “Penggunaan Aplikasi Articulate Storyline dalam Pembelajaran Mandiri Teks Negosiasi,” *Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia* 11, no. 1 (2021): 25–36, <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPBS>.

1) Tampilan awal

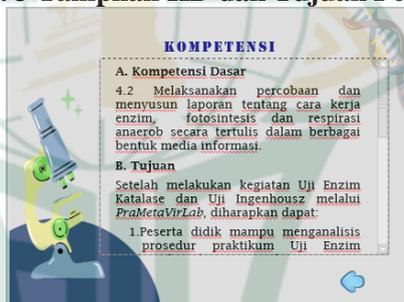
**Gambar 4. 2 Tampilan awal aplikasi *PraMetaVirLab***



Tampilan aplikasi *PraMetaVirLab* memuat nama aplikasi, kalimat sapaan, tombol mulai, tombol kembali dan tombol *next*. Desain background tampilan awal terdapat gambar alat-alat laboratorium, dan seorang praktikan.

2) Tampilan KD

**Gambar 4. 3 Tampilan KD dan Tujuan Pembelajaran**



Kompetensi Dasar (KD) dan tujuan pembelajaran bertujuan untuk mengetahui apa saja yang wajib dikuasai oleh peserta didik dan mengetahui tujuan pembelajaran dari KD terkait.

3) Uraian Materi

**Gambar 4. 4 Uraian Materi**



Materi yang disampaikan pada aplikasi *PraMetaVirLab* terdiri dari sub bab enzim, katabolisme dan anabolisme. Pemaparan materi metabolisme sel dalam aplikasi ini disertai juga gambar berkaitan dengan sub bab yang dibahas.

4) Kegiatan Praktikum Uji Enzim Katalase

**Gambar 4. 5 Kegiatan Praktikum Uji Enzim Katalase**



Kegiatan praktikum uji enzim katalase meliputi tujuan praktikum, pendahuluan (materi pengantar praktikum), alat dan bahan yang digunakan serta kegiatan inti praktikum enzim katalase hingga mencatat hasil dari kegiatan praktikum.

5) Kegiatan Praktikum Uji Ingenhousz

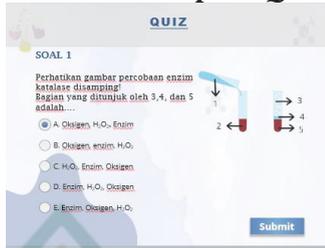
**Gambar 4. 6 Tampilan Kegiatan Praktikum Ingenhousz**



Kegiatan praktikum ingenhousz meliputi tujuan praktikum, pendahuluan (materi pengantar praktikum), alat dan bahan yang digunakan serta kegiatan inti praktikum ingenhousz hingga mencatat hasil dari kegiatan praktikum.

6) Tampilan *Quiz*

**Gambar 4. 7 Tampilan Quiz**



Aplikasi *PraMetaVirLab* menyajikan *quiz* di akhir tampilan aplikasi. *Quiz* berisi 10 pertanyaan dengan rincian 5 soal tentang kegiatan praktikum uji enzim katalase dan 5 soal tentang praktikum ingenhousz. Nilai hasil mengerjakan *quiz* akan langsung dibagikan akhir *quiz*.

7) Tampilan Profil

**Gambar 4. 8 Tampilan Profil**



Tampilan profil berisi identitas peneliti yang terdiri dari nama, NIM, program studi, dan motto serta terdapat identitas dosen pembimbing.

8) Tahap *Publish* Produk Menjadi Aplikasi Android

**Gambar 4. 9 Publish Produk Menjadi Aplikasi Andorid**



Rancangan produk yang telah selesai akan di *publish* oleh *software articulate storyline* dalam bentuk web html5. Jenis ini belum bisa apabila diakses melalui android. Dengan demikian, perlu perubahan hasil produk yang semula berbentuk web html5 menjadi aplikasi yang

siap digunakan melalui perantara aplikasi Website 2 APK Builder.

Hasil rancangan akhir pengembangan aplikasi berbentuk aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Labotaorium) Berbasis STEM kelas XII SMA/MA sebagai media pembelajaran dapat dilihat pada *lampiran 2*.

### 3. Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap *develop* merupakan tahap akhir dalam penelitian guna menghasilkan produk yang siap pakai. Hasil pengembangan ini diantaranya berisi validasi oleh ahli materi, ahli media, revisi produk, serta hasil uji coba kepraktisan oleh guru dan peserta didik kelas XII terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM.

#### 1. Validasi Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM

##### a. Validasi Materi

Produk akhir akan divalidasi oleh dua dosen ahli materi berdasarkan instrumen validasi ahli materi yang terdiri dari 5 aspek yaitu aspek kebenaran materi, cakupan dan pendalaman materi, teknik penyajian materi, kesesuaian materi dengan KD, dan aspek bahasa yang digunakan dengan jumlah 17 pernyataan. Data hasil validasi materi dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4. 1 Hasil Validasi Ahli Materi 1**

No	Aspek	Jumlah Pernyataan	Rata-rata Skor Soal	Rata-rata Presentase
1	Kebenaran Materi	3	4	100%
2	Cakupan Dan Pendalaman Materi	2	3,5	87,5%
3	Teknik Penyajian Materi	4	3,75	93,75%
4	Kesesuaian Materi Dengan KD	4	3,5	87,5%
5	Bahasa Yang	4	3,5	87,5%

	Digunakan			
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>				<b>91,25%</b>

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa hasil validasi materi kepada ahli materi 1 terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM memperoleh rata-rata presentase sebesar 91,25% dengan skala kevalidan menunjukkan bahwa materi termasuk kategori sangat valid.

**Tabel 4. 2 Hasil Validasi Ahli Materi 2**

No	Aspek	Jumlah Pernyataan	Rata-rata Skor Soal	Rata-rata Presentase
1	Kebenaran Materi	3	4	100%
2	Cakupan Dan Pendalaman Materi	2	3,75	93,75%
3	Teknik Penyajian Materi	4	3,5	87,5%
4	Kesesuaian Materi Dengan KD	4	4	100%
5	Bahasa Yang Digunakan	4	3,75	93,75%
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>				<b>95%</b>

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa hasil validasi materi kepada ahli materi 2 terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM memperoleh rata-rata presentase sebesar 95% dengan skala kevalidan menunjukkan bahwa materi termasuk kategori sangat valid.

**Tabel 4. 3 Keseluruhan Hasil Validasi Ahli Materi**

No	Aspek	Jumlah Pernyataan	Rata-rata Skor Soal	Rata-rata Presentase
1	Kebenaran Materi	3	4	100%
2	Cakupan Dan	2	3,5	87,5%

	Pendalaman Materi			
3	Teknik Penyajian Materi	4	3,62	90,625%
4	Kesesuaian Materi Dengan KD	4	3,75	93,75%
5	Bahasa Yang Digunakan	4	3,62	90,625%
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>				<b>92,5%</b>

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa hasil keseluruhan validasi materi terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM memperoleh rata-rata presentase keseluruhan sebesar 92,5% dengan skala kevalidan menunjukkan bahwa materi termasuk kategori sangat valid.

#### b. Validasi Media

Produk akhir akan divalidasi oleh dua dosen ahli media berdasarkan instrumen validasi ahli media meliputi 5 aspek yaitu aspek tampilan aplikasi *PraMetaVirLab*, penggunaan huruf, kemenarikan tampilan, kemudahan penggunaan, dan aspek pendekatan STEM dengan jumlah 25 pernyataan. Data hasil validasi media dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4. 4 Hasil Validasi Ahli Media 1**

No	Aspek	Jumlah Pernyataan	Rata-rata Skor Soal	Rata-rata Presentase
1	Tampilan Aplikasi <i>PraMetaVirLab</i>	2	3,5	87,5%
2	Penggunaan Huruf	4	3,75	93,75%
3	Kemenarikan Tampilan	7	3,85	96,25%
4	Kemudahan Penggunaan	7	3,42	85,5%
5	Pendekatan STEM	5	3,6	90%
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>				<b>90,6%</b>

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa hasil validasi media kepada ahli media 1 terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM memperoleh rata-rata presentase sebesar 90,6% dengan skala kevalidan menunjukkan bahwa media termasuk kategori sangat valid.

**Tabel 4. 5 Hasil Validasi Ahli Media 2**

No	Aspek	Jumlah Pernyataan	Rata-rata Skor Soal	Rata-rata Presentase
1	Tampilan Aplikasi <i>PraMetaVirLab</i>	2	3,5	87,5%
2	Penggunaan Huruf	4	3,75	93,75%
3	Kemenarikan Tampilan	7	3,42	85,5%
4	Kemudahan Penggunaan	7	3,57	89,25%
5	Pendekatan STEM	5	3,6	90%
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>				<b>89,2%</b>

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa hasil validasi media kepada ahli media 2 terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM memperoleh rata-rata presentase sebesar 89,2% dengan skala kevalidan menunjukkan bahwa media termasuk kategori sangat valid.

**Tabel 4. 6 Keseluruhan Hasil Validasi Media**

No	Aspek	Jumlah Pernyataan	Rata-rata Skor Soal	Rata-rata Presentase
1	Tampilan Aplikasi <i>PraMetaVirLab</i>	2	3,5	87,5%
2	Penggunaan Huruf	4	3,75	93,75%
3	Kemenarikan Tampilan	7	3,64	91,07%

4	Kemudahan Penggunaan	7	3,5	87,5%
5	Pendekatan STEM	5	3,6	90%
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>				<b>89,964%</b>

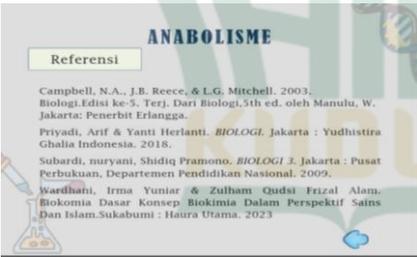
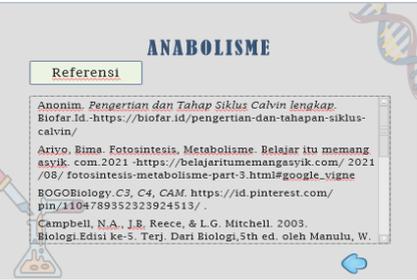
Data yang diperoleh pada tabel 4.6, diketahui bahwa hasil validasi oleh 2 ahli media terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM memperoleh rata-rata presentase keseluruhan sebesar 89,964% dengan skala kevalidan menunjukkan bahwa media termasuk kategori sangat valid.

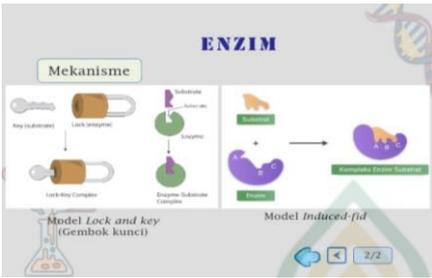
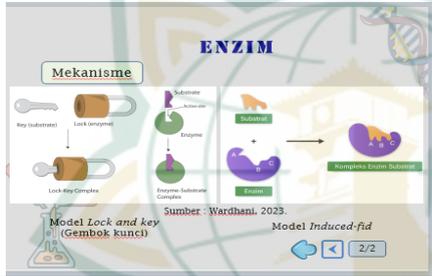
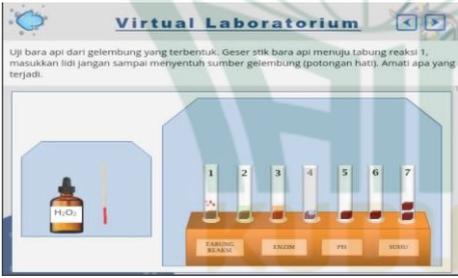
**2. Perbaikan Produk Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM**

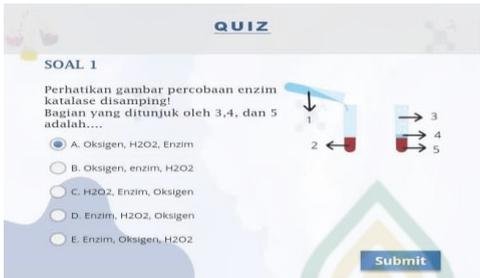
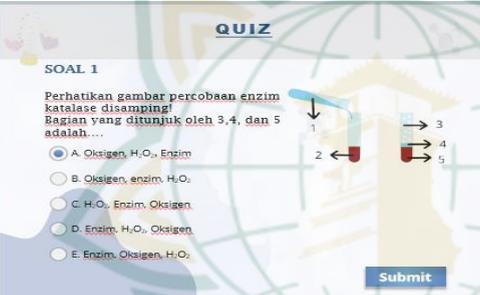
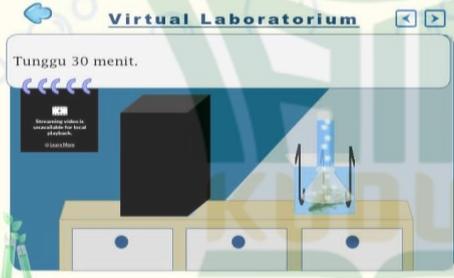
**a. Hasil Validasi Ahli Materi**

Pada tabel 4.6 memaparkan kritik dan saran yang diperoleh dari data hasil validasi materi oleh dosen ahli materi terhadap produk aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM.

**Tabel 4.7 Kritik dan Saran Validasi Ahli Materi**

Desain Aplikasi <i>PraMetaVirLab</i>	Keterangan
<p style="text-align: center;">Sebelum revisi :</p>  <p style="text-align: center;">Setelah Revisi :</p> 	<p style="text-align: center;">Sumber gambar ditambah pada bagian referensi</p>

Desain Aplikasi <i>PraMetaVirLab</i>	Keterangan
<p style="text-align: center;">Sebelum revisi :</p>  <p style="text-align: center;">Setelah revisi :</p> 	<p style="text-align: center;">Setiap gambar memiliki sumber yang berbeda, tambahkan setiap sumber pada gambar dan pada referensi</p>
<p style="text-align: center;">Sebelum revisi :</p>  <p style="text-align: center;">Setelah revisi :</p> 	<p style="text-align: center;">Prosedur praktikum setelah ditetesi <math>H_2O_2</math> ditutup kapas agar zat yang terbentuk tidak menguap, maka penambahan komponen kapas setelah ditetesi <math>H_2O_2</math></p>

Desain Aplikasi <i>PraMetaVirLab</i>	Keterangan
<p style="text-align: center;">Sebelum revisi :</p>  <p style="text-align: center;">Sesudah direvisi :</p> 	<p style="text-align: center;">Penulisan H2O2 diganti menjadi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></p>
<p style="text-align: center;">Sebelum direvisi:</p>  <p style="text-align: center;">Sesudah direvisi:</p> 	<p style="text-align: center;">Untuk melihat perbedaan perlakuan, maka tidak perlu ditutup kotak hitam, cukup dibedakan <i>backgroundnya</i></p>

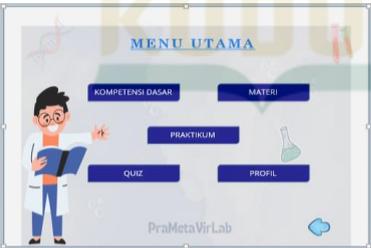
Data yang dipaparkan pada tabel 4.7 memaparkan kritik dan saran dari validator materi

terhadap produk aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM. Selanjutnya, peneliti melakukan perbaikan sesuai arahan validator.

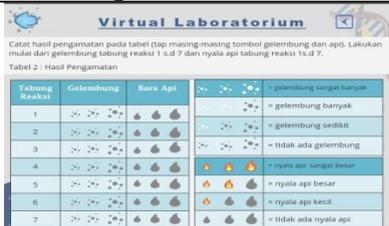
**b. Hasil Validasi Ahli Media**

Pada tabel 4.7 memaparkan kritik dan saran dari hasil validasi media oleh dosen ahli media terhadap produk aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM.

**Tabel 4. 8 Kritik dan Saran Validasi Media**

Desain Aplikasi <i>PraMetaVirLab</i>	Keterangan
<p>Sebelum revisi :</p>  <p>Sesudah Revisi :</p> 	<p>Tombol navigasi diperbesar</p>
<p>Sebelum revisi :</p>  <p>Sesudah revisi :</p> 	<p>Warna <i>font</i> dibuat kontras dengan <i>background</i></p>
<p>Sebelum revisi :</p>	<p>Bagian hasil pada praktikum uji enzim katalase diganti dengan tabel</p>

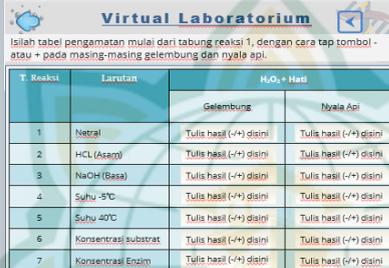
**Desain Aplikasi PraMetaVirLab**



**Keterangan**

berbentuk angka dan ditambah tabel berupa angka pada uji ingenhousz

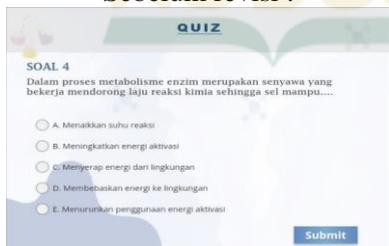
**Sesudah revisi (Uji Enzim Katalase):**



**Sesudah direvisi (Uji Ingenhousz) :**

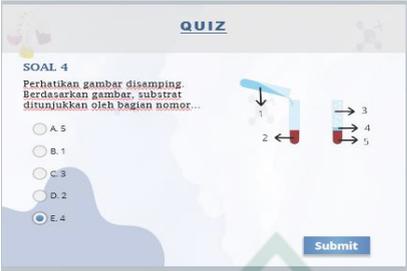


**Sebelum revisi :**



Soal sebaiknya dikaitkan dengan kegiatan praktikum

**Sesudah direvisi :**

Desain Aplikasi <i>PraMetaVirLab</i>	Keterangan
	

Data yang diperoleh pada tabel 4.8 memaparkan kritik dan saran yang diberikan validator media terhadap produk aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM. Selanjutnya, peneliti melakukan perbaikan sesuai arahan validator.

### c. Uji Kepraktisan

#### a. Hasil Angket Kepraktisan Guru

Uji kepraktisan produk dilakukan oleh guru Biologi MA NU Raudlatu Shibyan melalui angket kepraktisan guru yang terdiri 9 aspek yakni aspek tampilan aplikasi *PraMetaVirLab*, Kebenaran materi, cakupan dan pendalaman materi, kesesuaian materi dengan KD, bahasa yang digunakan, penggunaan huruf, kemenarikan tampilan, kemudahan penggunaan dan pendekatan STEM dengan jumlah 33 pernyataan. Hasil uji kepraktisan produk oleh guru disajikan pada tabel 4.8 berikut..

**Tabel 4. 9 Hasil Kepraktisan Produk Oleh Guru**

No	Aspek	Jumlah Pernyataan	Rata-Rata Skor Soal	Rata-Rata Presentase
1	Tampilan Aplikasi <i>PraMetaVirLab</i>	2	3	75%
2	Kebenaran Materi	1	3	75%
3	Cakupan dan Pedalaman Materi	2	3	75%
4	Kesesuaian Materi dengan KD	2	3	75%
5	Bahasa Yang Digunakan	4	3	75%
6	Penggunaan Huruf	4	3,5	87,5%
7	Kemenarikan	7	3	75%

	Tampilan			
8	Kemudahan Penggunaan	6	3,33	83,3%
9	Pendekatan STEM	5	3,2	100%
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>				<b>80%</b>

Data yang diperoleh dari tabel 4.9 diketahui bahwa hasil uji kepraktisan produk oleh guru terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* memperoleh rata-rata presentase keseluruhan sebesar 80% dengan skala kepraktisan menunjukkan bahwa produk termasuk kategori praktis digunakan oleh guru.

#### **b. Hasil Angket Kepraktisan Peserta Didik**

Uji praktikalitas produk dilakukan oleh 30 peserta didik dari kelas XII MIPA MA NU Raudlatus Shibyan, melalui angket kepraktisan yang terdiri dari 5 aspek yakni ketertarikan minat dan bakat, penyajian produk, materi, bahasa, dan kemanfaatan dengan jumlah 20 pernyataan. Hasil uji kepraktisan produk oleh peserta didik disajikan pada tabel 4.9 berikut.

**Tabel 4. 10 Hasil Kepraktisan Produk Oleh Peserta Didik**

No	Aspek	Jumlah Pernyataan	Rata-Rata Skor Soal	Rata-Rata Presentase
1	Ketertarikan dan Minat	4	3,3	82,5%
2	Penyajian Produk	4	3,342	83,54%
3	Materi	4	3,35	83,75%
4	Bahasa	4	3,3	82,5%
5	Kemanfaatan	4	3,358	83,96%
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>				<b>83,3%</b>

Data yang diperoleh dari tabel 4.10 diketahui bahwa hasil uji kepraktisan produk oleh peserta didik terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* memperoleh rata-rata presentase keseluruhan sebesar 83,3% dengan skala kepraktisan menunjukkan bahwa produk termasuk kategori sangat praktis digunakan oleh peserta didik.

### C. Pembahasan Produk Akhir

#### 1. Prosedur Pengembangan Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM

Penelitian ini jenis R&D (*Research and Development*) dengan model pengembangan oleh Thiagarajan yang terdiri dari 4D yang kemudian diadaptasi menjadi 3D (*Define, Design, Develop*) karena keterbatasan waktu dalam pengembangan dan hanya terfokus dalam kevalidan dan kepraktisan produk.<sup>78</sup> Peneliti menggunakan jenis penelitian ini sebab produk yang dihasilkan dapat memberikan kemudahan, kepraktisan dan keefektifan bagi peserta didik maupun guru.<sup>79</sup>

Produk yang dikembangkan berupa aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM, merupakan media pembelajaran berupa aplikasi yang berisi kegiatan praktikum secara virtual sebagai alternatif praktikum karena keterbatasan sarana dan prasarana. Virtual laboratorium juga mampu memberikan kesempatan peserta didik untuk belajar dimana saja dan kapan saja, serta pembelajaran lebih interaktif dengan didukung pemaparan yang menarik.<sup>80</sup>

Selaras dengan penelitian Kapilan, *et al* bahwa media pembelajaran virtual laboratorium ini mampu menjadi pelengkap aktivitas peserta didik yang tidak dapat dilaksanakan secara langsung atau nyata sehingga dapat memberikan pengalaman menyeluruh dalam memahami materi belajar.<sup>81</sup> Penelitian oleh Ipin Aripin dan Yeni Suryaningsih juga menyatakan virtual laboratorium mampu mengurangi suasana jenuh dan menjadikan pembelajaran lebih menarik, mandiri, efektif serta efisien.<sup>82</sup>

---

<sup>78</sup> LP2M, “Mengenal Metode Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model 4D.”

<sup>79</sup> Winaryati, *Cercular Model of RD& D Model RD&D Pendidikan dan Sosial*.

<sup>80</sup> Sari, Angreni, dan Salsa, “Pengembangan Virtual-Lab Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa.”

<sup>81</sup> N. Kapilan, P. Vidhya, and Xiao Zhi Gao, “*Virtual Laboratory: A Boon to the Mechanical Engineering Education During Covid-19 Pandemic*,” *Higher Education for the Future* 8, no. 1 (2021): 31–46, <https://doi.org/10.1177/2347631120970757>.

<sup>82</sup> Aripin and Suryaningsih, “*Developing BTEM-Based Virtual Biology Laboratory to Improve Students’ Critical Thinking Skills on the Concept of Bacteria*.”

Pengembangan produk ini diawali dari observasi awal dan *need assessment* pada tanggal 6 Desember 2023, bertujuan untuk mengetahui kondisi lingkungan pendidikan, kendala yang terjadi serta mengidentifikasi kebutuhan peserta didik beserta guru dalam pembelajaran.<sup>83</sup> Objek penelitian ini di MA NU Raudlatu Shibyan dengan subjek penelitian merupakan peserta didik kelas XII MIPA yang berjumlah 30 peserta didik. Pelaksanaan uji coba lapangan dilaksanakan pada tanggal 21 Maret 2024 dengan cara pengisian angket praktikalitas oleh peserta didik dan guru Biologi.

Penyusunan produk aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM menggunakan bantuan *software articulate storyline*, karena jenis *software* ini memiliki tampilan simpel untuk mendesain, memiliki fitur lengkap, bisa membuat animasi, serta mudah diakses dalam keadaan *online* maupun *offline*.<sup>84</sup>

Pendekatan STEM dalam penelitian ini diimplementasikan melalui kegiatan praktikum di aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium). Aspek disiplin ilmu dalam pendekatan STEM yang diterapkan pada aplikasi ini yakni *Science*, peserta didik dapat memperoleh materi sebelum melakukan simulasi praktikum agar mempermudah dalam menemukan konsep yang ada.

Penerapan aspek *Technology* yakni pada penggunaan aplikasi berbasis android dengan memanfaatkan fitur teknologi terbaru. Pada aspek *Engineering* peserta didik dituntut untuk dapat mengoperasikan alat/benda yang digunakan dalam praktikum meskipun secara maya melalui virtual laboratorium. Aspek *Mathematic* pada pendekatan STEM di aplikasi ini menjadikan peserta didik mampu memperoleh data berupa angka melalui praktikum enzim katalase dan uji ingenhousz. Selain itu, peserta didik juga mahir menafsirkan data, menyimpulkan dan menemukan solusi dari permasalahan yang ada.

---

<sup>83</sup> Kiki Anggreini Priyanti, Nur Khasanah, dan Eka Vasia Anggis, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Discovery Based Unity of Sciences (Dbus) pada Materi Sistem Reproduksi Kelas XI SMA," *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Sains* 2, no. 7 (2021): 82–87.

<sup>84</sup> Fina Suhailah et al., "Articulate Storyline: Sebuah Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif pada Materi Sel," *Pedagonal : Jurnal Ilmiah Pendidikan* 5, no. 1 (2021): 19–25, <https://doi.org/10.33751/pedagonal.v5i1.3208>.

Desain Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM dibuat menarik agar pembelajaran Biologi lebih interaktif dan dapat menjadi alternatif kegiatan praktikum. Susunan yang terdapat aplikasi terdiri dari tampilan awal berisi nama aplikasi dan kalimat sapaan, tampilan KD dan tujuan pembelajaran, materi pelajaran bab metabolisme sel yang terdiri dari sub bab enzim, katabolisme, dan anabolisme, terdapat dua jenis kegiatan praktikum yakni praktikum uji enzim katalase dan uji ingenhousz, selain itu terdapat *quiz* berdasarkan kegiatan praktikum yang telah dilaksanakan. Produk yang telah selesai didesain akan *publish* oleh *articulate storyline* dalam format html5, kemudian akan diubah menjadi bentuk fisik aplikasi menggunakan perantara aplikasi Website 2 APK Builder, sebab format html5 belum bisa diakses melalui android.

## 2. Tingkat Kelayakan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM

Produk aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM sebagai media pembelajaran Biologi kelas XII SMA/MA memiliki keterbatasan uji kelayakan sampai dengan kategori kevalidan dan kepraktisan. Produk dinyatakan valid melalui uji validitas oleh validator. Setelah memperoleh validasi oleh validator, maka peneliti akan memperbaiki produk sesuai masukan yang diterima. Selanjutnya, produk akan diuji coba kepraktisan kepada kelas XII MIPA berjumlah 30 peserta didik dan kepada guru Biologi dengan menggunakan angket.

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM memperoleh hasil rata-rata presentase 100% pada aspek kebenaran materi, 87,5% untuk aspek cakupan dan pendalaman materi, 90,625% aspek teknik penyajian materi, 93,75% aspek kesesuaian materi dengan KD, dan 90,625% untuk aspek bahasa yang digunakan. Pernyataan dari kelima aspek berjumlah 17 pernyataan. Diperoleh presentase keseluruhan rata-rata dari validasi materi sejumlah 92,5% dengan skala kevalidan menunjukkan bahwa materi termasuk kategori sangat valid. Presentase tersebut diperoleh berdasarkan perhitungan jumlah keseluruhan presentase dari kelima aspek yang kemudian dibagi dengan jumlah aspek dalam penilaian validasi materi. Berpedoman pada tabel 3.2 kriteria validitas menurut Riduwan, diperoleh data bahwa presentase nilai validitas

materi berada pada rentang 81% - 100% dengan kategori sangat valid.<sup>85</sup> Dengan demikian, produk yang dikembangkan memiliki materi yang sangat valid berdasarkan penilaian ahli.

Hasil validasi media aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM memperoleh rata-rata presentase 87,5% pada aspek tampilan aplikasi *PraMetaVirLab*, 93,75% aspek penggunaan huruf, 91,07% aspek kemenarikan tampilan, 87,5% kemudahan penggunaan, dan 90% untuk aspek pendekatan STEM. Pernyataan dari kelima aspek berjumlah 25 pernyataan. Diperoleh presentase keseluruhan rata-rata dari validasi media sejumlah 89,964% dengan skala kevalidan menunjukkan bahwa materi termasuk kategori sangat valid. Presentase tersebut diperoleh berdasarkan perhitungan jumlah keseluruhan presentase dari kelima aspek yang kemudian dibagi dengan jumlah aspek dalam penilaian validasi media. Berpedoman pada tabel 3.2 kriteria validitas menurut Riduwan, diperoleh data bahwa presentase nilai validitas materi berada pada rentang 81% - 100% dengan kategori sangat valid.<sup>86</sup> Dengan demikian, produk yang dikembangkan memiliki materi yang sangat valid berdasarkan penilaian ahli.

Uji kepraktisan yang dilakukan oleh guru Biologi terhadap aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM mendapat presentase sebesar 80% dengan kategori praktis digunakan oleh guru. Presentase tersebut diperoleh berdasarkan perhitungan jumlah keseluruhan presentase dari seluruh aspek yang kemudian dibagi dengan jumlah aspek dalam penilaian praktikalitas guru. Berpedoman pada tabel 3.4 kriteria praktikalitas menurut Riduwan, diperoleh data bahwa presentase nilai praktikalitas produk berada pada rentang 61% - 80% dengan kategori praktis.<sup>87</sup> Dengan demikian, produk yang dikembangkan memiliki nilai kepraktisan 80% digunakan oleh guru Biologi.

Hasil uji praktikalitas oleh peserta didik diperoleh presentase 83,3% dengan kategori skala kepraktisan sangat praktis digunakan oleh peserta didik. Presentase tersebut

---

<sup>85</sup> Riduwan, *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. (Bandung : Alfabeta, 2005)

<sup>86</sup> Riduwan, *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. (Bandung : Alfabeta, 2005)

<sup>87</sup> Riduwan, *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. (Bandung : Alfabeta, 2005)

diperoleh berdasarkan perhitungan jumlah keseluruhan presentase dari seluruh aspek yang kemudian dibagi dengan jumlah aspek dalam penilaian praktikalitas peserta didik. Berpedoman pada tabel 3.4 kriteria praktikalitas menurut Riduwan, diperoleh data bahwa presentase nilai praktikalitas produk berada pada rentang 81% - 100% dengan kategori sangat praktis.<sup>88</sup> Dengan demikian, produk yang dikembangkan memiliki nilai kepraktisan sebesar 83,3% digunakan oleh peserta didik. Penilaian oleh guru dan peserta didik dilakukan untuk menentukan tingkat kepraktisan produk yang dikembangkan.

Hasil validasi dan praktikalitas produk ini setimpal dengan penelitian yang dilakukan oleh Ipin Aripin dan Yeni Suryaningsih yang berjudul “*Developing BTEM-Based Virtual Biology Laboratory to Improve Students’ Critical Thinking Skills on the Concept of Bacteria*”, penelitian ini menyatakan bahwa produk yang dikembangkan memperoleh penilaian dari ahli media dan materi dengan kategori valid serta uji kepraktisan memiliki kategori sangat praktis digunakan oleh peserta didik.<sup>89</sup>

Penelitian serupa oleh Friska Damayanti Syahfitri, Binari Manurung, and Mufti Sudibyo dengan judul “*The Development of Problem Based Virtual Laboratory Media to Improve Science Process Skills of Students in Biology*” menyatakan *Virtual Biology Laboratory* memperoleh penilaian dari ahli media dan ahli materi dengan kategori valid dengan revisi perbaikan. Berdasarkan hasil uji praktikalitas diperoleh penilaian kategori sangat praktis dan uji efektifitas menunjukkan media pembelajaran efektif digunakan di lapangan.<sup>90</sup>

Selain itu, hasil penelitian oleh Mirawati *et al*, “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Android Pada Mata Pelajaran Biologi Di Sman 1 Abung Semuli Lampung Utara” menyatakan bahwa produk yang dikembangkan memperoleh nilai validitas dengan kriteria valid, nilai praktikalitas dengan

---

<sup>88</sup> Riduwan, *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. (Bandung : Alfabeta, 2005)

<sup>89</sup> Aripin, Ipin and Yeni Suryaningsih, “Developing BTEM-Based Virtual Biology Laboratory to Improve Students’ Critical Thinking Skills on the Concept of Bacteria.” *Scientiae Educatia* 9, no. 2 (2020): 216, <https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v9i2.7379>.

<sup>90</sup> Damayanti Syahfitri, Manurung, and Sudibyo, “The Development of Problem Based Virtual Laboratory Media to Improve Science Process Skills of Students in Biology.”

kriteria sangat praktis dan nilai efektivitas memperoleh nilai sangat efektif.<sup>91</sup> Berdasarkan penelitian yang ada, disimpulkan bahwa penggunaan virtual laboratorium sebagai media pembelajaran sangat praktis digunakan oleh peserta didik dan guru.

Penggunaan media pembelajaran yang digunakan peserta didik dan guru harus selaras dengan jenis Kurikulum yang diterapkan. Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) yang dikembangkan sebagai produk akhir mengimplementasikan pendekatan STEM, hal ini sesuai dengan kurikulum 2013 yang diterapkan pada instansi dengan karakteristik pembelajaran berpusat pada peserta didik.<sup>92</sup> Pendekatan STEM mengoptimalkan aspek *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* menjadikan peserta didik untuk melakukan perancangan dan penyelidikan secara ilmiah. Pendekatan ini dapat menjadikan peserta didik menemukan suatu permasalahan dan mencari solusinya, mampu berpikir logis, serta menjadi peserta didik yang mahir dalam teknologi.<sup>93</sup>

Berdasarkan penelitian Rona Taula Sari *et al*, menyatakan bahwa pendekatan STEM efektif digunakan pada pembelajaran serta mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis.<sup>94</sup> Penelitian oleh Arif Muttaqin menyatakan pendekatan STEM memiliki dampak positif dalam pembelajaran sebab menjadikan peserta didik terampil, berpikir kritis, kreatif dan mampu menguraikan suatu permasalahan.<sup>95</sup> Selain itu, penelitian oleh Nadira *et al*, diperoleh hasil bahwa penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran mampu meningkatkan hasil belajar dan kemampuan 4C (*Communication, colabration, critical*

---

<sup>91</sup> Mirawati *et al.*, “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Android pada Mata Pelajaran Biologi di SMAN 1 Abung Semuli Lampung Utara,” *Jurnal Teknologi Inofrmasi* 5, no. 12 (2021): 149–56.

<sup>92</sup> Rahmi Suci Nadira *et al.*, “Analisis Kebutuhan LKPD Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, And Mathematics*) pada Materi Sistem Pencernaan Kelas XI SMA,” *Journal on Teacher Education* 4, no. 2 (2022): 324–33.

<sup>93</sup> Muttaqin, “Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada Pembelajaran IPA untuk Melatih Keterampilan Abad 21.”

<sup>94</sup> Sari, Angreni, and Salsa, “Pengembangan Virtual-Lab Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa.”

<sup>95</sup> Arief Muttaqin, “Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada Pembelajaran IPA untuk Melatih Keterampilan Abad 21.”

*thinking* dan *creativity*) peserta didik.<sup>96</sup> Dengan demikian, pembelajaran menggunakan pendekatan STEM memiliki dampak positif untuk meningkatkan hasil belajar dan keterampilan peserta didik.

Meskipun demikian, masih terdapat kekurangan dalam aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM yang dikembangkan. Pada aplikasi ini, kegiatan praktikum yang ditampilkan terdiri dari 2 sub bab saja yakni materi enzim dan anabolisme, sebab kedua materi ini merupakan materi yang sering digunakan sebagai praktikum peserta didik tingkat SMA/MA. Apabila ditambah praktikum materi katabolisme, maka akan membuat aplikasi lebih berat dan membuat pengembangan produk lebih lama.

Kekurangan lainnya yaitu jenis aplikasi yang hanya dapat diakses melalui *handphone android* dan belum bisa diakses melalui PC ataupun jenis *handphone* selain *android* serta belum bisa diterapkan di sekolah terpencil hanya bisa diterapkan pada sekolah yang telah berbasis IT. Akan tetapi, aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM memiliki kelebihan antara lain dapat diakses kapan saja dan dimana saja, dapat diakses meskipun secara *offline*, dapat menjadi alternatif kegiatan praktikum yang tidak dapat dilaksanakan secara langsung serta dapat digunakan untuk latihan soal.

---

<sup>96</sup> Nadira et al., “Analisis Kebutuhan LKPD Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, And Mathematics*) pada Materi Sistem Pencernaan Kelas XI SMA.”