

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan ialah aspek yang senantiasa berkembang berkelanjutan sesuai dengan kontinuitas zaman. Dunia pendidikan tidak terlepas dari seorang guru dan peserta didik. Guru tentunya di abad 21 dituntut untuk terbuka akan perkembangan teknologi, yang saat ini sudah memasuki berbagai sendi kehidupan. Guru sebagai komponen penting dalam pendidikan diharapkan mampu menyiapkan peserta didik untuk menjadi masyarakat global. Pada perkembangan abad 21 ini guru dan peserta didik perlu piawai dalam berbagai keterampilan, seperti keterampilan teknologi di era digital.

Pesatnya perkembangan teknologi dan esensial di aspek pendidikan, hal ini telah mengubah perspektif pelaku pendidikan dalam memperoleh informasi tidak lagi melalui media cetak namun mulai beralih dengan media digital. Melalui perkembangan teknologi ini menjadikan tenaga pendidik dan juga peserta didik memperoleh kemudahan saat pembelajaran. Hal ini sesuai dengan firman Allah Swt dalam QS. Al-A'la ayat 8 berikut ini :

وَنُيَسِّرُكَ لِلْيُسْرَىٰ ۝

Artinya : “Kami akan melapangkan bagimu jalan kemudahan (dalam segala urusan). (QS. Al-A'la 87 : 8).¹

Firman Allah Swt. diatas menjelaskan bahwa teknologi ialah suatu kemudahan yang diberikan Allah Swt, kata “kemudahan” dapat diartikan sebagai sesuatu yang mampu mempermudah dan memperlancar usaha terutama dalam bidang pendidikan.

Teknologi akan mempermudah kita dalam memperoleh informasi. Pada ruang lingkup pendidikan, teknologi berperan sebagai media pembelajaran dan juga sebagai sumber belajar. Maka sebagai hamba-Nya hendaknya terus bersyukur atas kemudahan pada proses belajar. Dalam proses ini, guru memerlukan media pembelajaran guna mendukung penyampaian materi pembelajaran, mempermudah pemahaman dan keterampilan peserta didik.² Inovasi

¹Al-Qur'an, Surat Al-A'la ayat 8, Qur'an Kemenag : (2023), <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/87?from=8&to=19>

² Agus Ariyanto, Desy Fajar Priyayi, dan Lusiawati Dewi, “Penggunaan Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas (SMA) Swasta

media pembelajaran seiring berkembangnya zaman sangat diperlukan guna menunjang kegiatan belajar.³ Hal ini berperan di seluruh mata pelajaran, tanpa terkecuali mata pelajaran Biologi.

Biologi ialah ilmu yang mempelajari alam melalui pengkajian, eksperimen, serta telaah rasional sehingga mampu menciptakan aktualitas dan konsep. Pembelajaran Biologi berperan guna menyiapkan peserta didik dengan keahlian serta wawasan ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga peserta didik cakap memecahkan masalah dan menemukan solusi dalam kehidupan berprinsipkan sikap ilmiah.⁴ Dengan demikian, perlunya keterampilan abad 21 dalam pembelajaran Biologi antara lain keterampilan teknologi, kreatifitas dan berpikir kritis.

Pembelajaran Biologi yang sesuai dengan abad 21 tentunya perlu beberapa komponen penunjang antara lain media pembelajaran, metode, dan strategi yang menarik untuk merangsang *soft skills* dan *hard skills* peserta didik.⁵ Selain hal tersebut, fasilitas yang memadai juga dibutuhkan guna menunjang tujuan pembelajaran. Seperti halnya keberadaan laboratorium yang sangat diperlukan dalam pembelajaran Biologi yang berguna untuk kegiatan praktikum.⁶

Kegiatan praktikum memberikan kesempatan bagi peserta didik guna menyalurkan rasa keingintahuan dan membantu menemukan suatu wawasan melalui eksperimen. Dengan adanya kegiatan praktikum, peserta didik diharapkan mampu mendapat keahlian menganalisis masalah secara nyata, mampu merumuskan

Salatiga,” *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)* 9, no. 1 (2018): 1, <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v9i1.1377>.

³ Ariyanto, Priyayi, dan Dewi. “Penggunaan Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas (SMA) Swasta Salatiga.” *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)* 9, no. 1 (2018): 1. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v9i1.1377>.

⁴ I. Ismiati, “Pembelajaran Biologi SMA Abad Ke-21 Berbasis Potensi Lokal: Review Potensi di Kabupaten Nunukan-Kalimantan Utara,” *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika* 4, no. 2 (2020): 222, <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v4i2.218>.

⁵ Ipin Aripin et al., “Pelatihan Pembelajaran Biologi Abad 21,” *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 3 (2020): 150–58, <https://doi.org/10.31949/jb.v1i3.311>.

⁶ Silvi Puspa Widya Lubis dan Doa Rizkika, “Efektivitas Penggunaan Laboratorium dalam Pembelajaran Biologi Kelas X di SMA Negeri 1 Unggul Baitussalam,” *Semdi Unaya Journal*, no. November (2017): 418–28, <http://ocs.abulyatama.ac.id/>.

secara runtut, mampu menemukan solusi dan mengaplikasikannya di laboratorium serta mampu mengevaluasi hasilnya.⁷

Materi metabolisme sel ialah bab yang diterima peserta didik di jenjang kelas XII semester ganjil. Materi ini mengandung konsep yang cukup rumit dan membutuhkan pemahaman lebih ekstra untuk menerima konsep dengan tepat.⁸ Penyampaian materi metabolisme oleh guru perlu ditingkatkan dengan optimum sebab faktanya banyak peserta didik yang kurang memahami tentang materi metabolisme.

Berdasarkan penelitian Muspikawijaya, *et al* yang berjudul “Analisis Kesulitan Peserta Didik SMA/MA Kabupaten Luwu Timur dalam Memahami Konsep pada Materi Metabolisme Sel” menyatakan problem peserta didik guna mamahami teori di materi metabolisme sel. Hal ini lantaran peserta didik yang mengandalkan hafalan, materi istilah ilmiah yang sukar dimengerti, serta materi yang bersifat teoritis. Metode yang diaplikasikan oleh guru ialah metode ceramah yang berfokus pada guru serta sarana dan prasarana laboratorium terbatas menjadikan kegiatan praktikum jarang dilakukan bahkan tidak pernah selama pembelajaran metabolisme sel.⁹

Keterampilan praktikum untuk peserta didik merupakan keterampilan yang penting guna menunjang pembelajaran. Dalam kegiatan praktikum terdapat penerapan keterampilan sains dan pengembangan sikap ilmiah yang mampu mendukung perolehan konsep nyata serta mempengaruhi hasil belajar peserta didik.¹⁰

⁷ Lia Junita Harahap, “Analisis Pelaksanaan Praktikum dan Kelengkapan Sarana Prasarana Laboratorium Biologi Di SMA Negeri Kota Padangdimpunan,” *Bioedunis Journal* 1, no. 1 (2022): 9–16, <https://doi.org/10.24952/bioedunis.v1i1.5358>.

⁸ Fadil Rahmat Dhani, Wasis Wuyung Wisnu Brata Program Studi Pendidikan Biologi, and Jurusan Biologi, “Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Lectora Inspire Pada Materi Metabolisme Sel Di SMA Negeri 2 Percut Sei Tuan The Development of Learning Media Using Lectora Inspire on Cell Metabolism Material at SMA Negeri 2 Percut Sei Tuan,” *Jurnal Biologi Edukasi Edisi* 29 (2022): 42–48.

⁹ Muspikawijaya, Retno Iswari, dan Aditya Marianti, “Analisis Kesulitan Peserta Didik SMA/MA Kabupaten Luwu Timur dalam Memahami Konsep pada Materi Metabolisme Sel,” *Journal of Innovative Science Education* 6, no. 2 (2017): 252–63, <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise/article/view/15439>.

¹⁰ Randa Candra dan Dian Hidayati, “Penerapan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses dan Kerja Peserta Didik di Laboratorium IPA,” *Edugama: Jurnal Kependidikan dan Sosial Keagamaan* 6, no. 1 (2020): 26–37, <https://doi.org/10.32923/edugama.v6i1.1289>.

Penelitian Ardina Dwiyani Inayah, *et al* dengan judul “*Analysis of Science Process Skills in Senior High School Student*” memaparkan bahwa keterampilan praktikum memiliki kedudukan penting sebab keterampilan ini mampu melatih siswa untuk menemukan dan membangun konsep sendiri serta mampu merumuskan dan memecahkan masalah secara mandiri selaras dengan karakteristik kurikulum 2013 yang berpusat pada peserta didik (*student center*).¹¹ Lain halnya, penelitian yang dilakukan oleh Ogundiwin Oluyemi & Olawale Mutiat Yetunde yang berjudul “*Influence Of Biology Practical Skills On Academic Performance Of Students In Senior Secondary Schools In Lagos State*” juga menjelaskan bahwa keterampilan praktikum lebih efektif dan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pemahaman yang baik terkait konsep Biologi serta kegiatan praktikum mampu meningkatkan prestasi peserta didik.¹²

Berdasarkan hasil observasi di dua sekolah yang berada di Kabupaten Kudus, yakni MA NU Raudlatus Shibyan dan MA NU Hasyim Asy’ari 2 Kudus diperoleh informasi bahwa di MA NU Raudlatus Shibyan menerapkan kurikulum 2013 pada kelas XII MIPA, sarana prasarana laboratorium pada instansi ini masih belum memadai guna praktikum pembelajaran Biologi, sehingga peserta didik belum maksimal dalam kegiatan praktikum. Selain itu, keterbatasan media pembelajaran dan sumber belajar yang masih berpaku terhadap penjelasan guru serta LKS menjadikan pembelajaran kurang variatif, ditambah lagi dengan metode pembelajaran yang konvensional.¹³ Karakteristik peserta didik kelas XII MIPA ini merupakan generasi dengan lingkungan yang familiar dengan teknologi atau disebut dengan *digital native*.¹⁴ Peserta didik cenderung sering berkomunikasi melalui teknologi dalam kehidupan sehari-hainya dan menghabiskan waktu untuk beragam kegiatan

¹¹ Ardina Dwiyani Inayah et al., “Analysis of Science Process Skills in Senior High School Students,” *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 4 A (2020): 15–22, <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081803>.

¹² Ogundiwin Oluyemi Akinleye & Olawale Mutiat Yetunde, “Influence of Biology Practical Skills on Academic Performance of Students in Senior Secondary Schools in Lagos State,” *International Journal of Educational Research and Policy Making (IJERPM)* 4, no. 1 (2021): 771–84.

¹³ Nadhifatu Umaru Saida, wawancara oleh penulis, wawancara 1, MA Raudlatus Shibyan, 6 Desember 2023.

¹⁴ Ruhaena, “Perilaku Digital Native dalam Memanfaatkan Perpustakaan Digital,” *Seminar Nasional Prodi Ilmu Perpustakaan Universitas Negeri Malang*, no. 1 (2017): 136–41, <http://repository.um.ac.id/888/1/16.pdf>.

melalui gadget. Hal ini dapat berpengaruh terhadap cara memperoleh informasi bagi peserta didik.¹⁵

Pada sekolah kedua yakni MA NU Hasyim Asy'ari 2 Kudus didapatkan informasi mengenai pembelajaran masih mengaplikasikan kurikulum 2013, dan masih terkendala dalam fasilitas yang tersedia. Laboratorium pada MA NU Hasyim Asy'ari 2 Kudus telah tersedia, namun masih menjadi satu dengan laboratorium Fisika dan Kimia. Selain itu, ruangan yang seharusnya menjadi laboratorium ini digunakan juga sebagai dapur dan juga tempat transit sehingga menjadikan laboratorium yang kurang mendukung guna kegiatan praktikum. Keterbatasan sumber belajar yang hanya menggunakan LKS dan buku paket, metode yang digunakan masih model konvensional dan media pembelajaran yang belum bervariasi menjadi hal yang perlu diperhatikan.¹⁶

Hasil analisis kebutuhan dari peserta didik kelas XII MIPA dan guru mata pelajaran Biologi, sejumlah 60% peserta didik menyatakan pembelajaran Biologi sulit terutama dalam materi metabolisme sel. Kesulitan yang dialami peserta didik disebabkan kurangnya kegiatan praktikum, materinya terlalu banyak, terdapat banyak hafalan dan kurangnya sumber belajar serta media pembelajaran yang kurang menarik.

Sebesar 93% peserta didik menyatakan bahwa kegiatan praktikum dalam materi metabolisme sel sangat penting agar lebih memahami materi dan konsep, menyenangkan serta tidak monoton jika hanya mendengarkan materi. Selain itu, semua guru dan peserta didik menyatakan setuju adanya pengembangan media pembelajaran virtual laboratorium pada materi metabolisme sel.

Media pembelajaran dapat dikembangkan sebagai pendukung keterampilan pembelajaran Biologi yang fleksibel dan dapat diakses dimanapun tidak terbatas oleh ruang, alat dan bahan adalah Virtual Laboratorium. Virtual Laboratorium ialah media berbasis teknologi dan virtual (bersifat nyata) yang disusun secara terstruktur sehingga peserta didik mampu mandiri dalam belajar.¹⁷

¹⁵ Ruhaena. "Perilaku Digital Native dalam Memanfaatkan Perpustakaan Digital," *Seminar Nasional Prodi Ilmu Perpustakaan Universitas Negeri Malang*, no. 1 (2017): 136–41, <http://repository.um.ac.id/888/1/16.pdf>.

¹⁶ Shihhiya Noor Maliya, wawancara oleh penulis, wawancara 2, MA NU Hasyim Asy'ari 2 Kudus, 2 Desember 2023.

¹⁷ Nur Hikmah, Nanda Saridewi, dan Salamah Agung, "Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa,"

Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) merupakan media pembelajaran berbentuk digital yang disusun secara terstruktur mengimplementasikan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Melalui aplikasi ini menjadikan peserta didik tetap bisa melakukan praktikum dengan aman, mudah diakses tanpa terkendala ruangan, alat, bahan dan waktu serta mampu meningkatkan konseptualnya.¹⁸

Pendekatan STEM ialah pendekatan pembelajaran selaras karakteristik kurikulum 2013 yang mengkombinasikan beberapa bidang ilmu yakni sains, teknologi, teknik, dan matematika.¹⁹ STEM digunakan secara sistematis guna mengoptimalkan hasil, mekanisme dan skema yang berperan di kehidupan nyata.²⁰ Pendekatan ini memfokuskan peserta didik dalam mengeksplorasi dua atau lebih bidang sehingga diharapkan peserta didik mempunyai keterampilan aktif, berpikir kritis, kreatif, inovatif, mampu menguraikan masalah dan menemukan solusi.²¹ Dengan demikian, pendekatan STEM disebut sesuai diterapkan dalam pembelajaran Biologi, sebab mampu melatih peserta didik guna menyelesaikan masalah, berpikir logis dan berkemajuan dalam teknologi sehingga potensi keterampilan abad 21 dapat berkembang optimal.

Berdasarkan penelitian terdahulu Deni Ainur Rokhim, *et al* "Pengembangan Virtual Laboratory Pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pintar" menyajikan hasil bahwa media virtual laboratorium sangat valid dan berpengaruh terhadap pembelajaran praktikum. Melalui media ini guru dan peserta didik lebih interaktif, kreatif dan mengurangi miskonsepsi.²²

EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan) 2, no. 2 (2017): 186, <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i2.1608>.

¹⁸ Wandah Wibawanto, *Laboratorium Virtual, Semarang: LPPM UNNES*, 2020.

¹⁹ Nur Izzati et al., "Pengenalan Pendekatan STEM Sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0," *Jurnal Anugerah* 1, no. 2 (2019): 83–89, <https://doi.org/10.31629/anugerah.v1i2.1776>.

²⁰ Tri Mulyani, "Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Menghadapi Revolusi," *Seminar Nasional Pascasarjana 2019* 7, no. 1 (2019): 455.

²¹ Izzati *et al.*, "Pengenalan Pendekatan STEM sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0."

²² Deni Rokhim, Muhammad Asrori, dan Hayuni Widarti, "Pengembangan Virtual Laboratory pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pintar," *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan* 3, no. 2 (2020): 216–26, <https://doi.org/10.17977/um038v3i22020p216>.

Hasil penelitian lainnya yakni Dina Liana, *et al* “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk SMA” membuktikan virtual laboratorium sangat praktis dan sangat efektif digunakan pada pelajaran Biologi. Virtual laboratorium ini memberikan pengalaman belajar layaknya dilaboratorium sungguhan, sehingga peserta didik mampu meningkatkan keterampilan dan kegiatan eksplornya.²³

Sehubungan pemaparan diatas, peneliti terdorong guna melakukan penelitian dengan mengembangkan aplikasi virtual laboratorium yang digunakan sebagai media pembelajaran sehingga mempermudah peserta didik untuk melaksanakan kegiatan praktikum. Oleh karena itu, peneliti merumuskan judul penelitian “**Pengembangan Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM Sebagai Media Pembelajaran Biologi Kelas XII SMA/MA**”. Diharapkan melalui aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) dapat menjadi penunjang kegiatan pembelajaran materi metabolisme sel.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana prosedur pengembangan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM Sebagai Media Pembelajaran Biologi Pada Kelas XII SMA/MA?
2. Bagaimana tingkat kelayakan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM Sebagai Media Pembelajaran Biologi Pada Kelas XII SMA/MA?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui prosedur pengembangan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM Sebagai Media Pembelajaran Pada Kelas XII SMA/MA.
2. Untuk mengetahui tingkat kelayakan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) Berbasis STEM Sebagai Media Pembelajaran Pada Kelas XII SMA/MA.

²³ Dina Liana dan Nova Adi Kurniawan, “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Pendekatan Saintifik pada Mata Pelajaran Biologi untuk Siswa SMA,” *Pedagogi Hayati* 2, no. 2 (2019): 6–12, <https://doi.org/10.31629/ph.v2i2.834>.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM dapat dijadikan alternatif media pembelajaran pada materi metabolisme sel.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peserta didik

Peserta didik memperoleh variasi baru dalam penggunaan media pembelajaran dan dapat memahami materi melalui kegiatan praktikum menggunakan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) yang telah disusun dengan tampilan menarik.

b. Bagi Guru

Guru memperoleh media pembelajaran baru guna membantu proses pembelajaran tanpa mengalami keterbatasan waktu, alat, bahan serta waktu dan sebagai alternatif media pembelajaran pada materi metabolisme sel.

c. Bagi Peneliti

Memperbanyak pengalaman, informasi serta pemahaman guna dijadikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

E. Spesifikasi Produk Yang Dikembangkan

1. Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) disusun dengan pendekatan STEM, agar pembelajaran menjadi lebih menarik dan selaras dengan kurikulum yang digunakan.

2. Struktur aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium)

a. Tampilan awal, berisi nama aplikasi dan kalimat sapaan.

b. Pendahuluan

1) Tampilan Kompetensi Dasar

2) Tujuan Pembelajaran

c. Isi

1) Materi Enzim, Katabolisme dan Anabolisme

2) Praktikum Uji Enzim Katalase

3) Praktikum Uji Ingenhousz

d. Penutup

1) Quiz

2) Profil

3. Pengembangan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) menggunakan *software articulate storyline*

dan akan di ubah menjadi aplikasi siap digunakan di android melalui perantara aplikasi Website 2 APK Builder.

4. Kompetensi dasar materi metabolisme sel
 - a. Memahami proses metabolisme yang meliputi peran enzim, perubahan molekul, dan perubahan energi
 - b. Melaksanakan percobaan dan menyusun laporan tentang cara kerja enzim, fotosintesis dan respirasi anaerob secara tertulis dalam berbagai bentuk media informasi.

F. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi Pengembangan

- a. Penyampaian materi menggunakan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) merupakan salah satu cara penyampaian materi sesuai dengan Kurikulum 2013, jenis media pembelajaran ini relevan dengan karakter pembelajaran Biologi dan sesuai dengan perkembangan zaman.
- b. Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) dapat di *download* oleh peserta didik dengan mudah menggunakan *android*, sehingga peserta didik dapat belajar dengan fleksibel. Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) memiliki peluang untuk pembelajaran tatap muka maupun jarak jauh, sehingga diharapkan mampu mempermudah peserta didik dan guru dalam belajar dan menjadikan pembelajaran lebih bervariasi.

2. Keterbatasan Pengembangan

1. Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM yang dikembangkan hanya mampu dipergunakan pada pembelajaran Biologi khususnya materi metabolisme sel.
2. Uji kelayakan media hanya sampai pada uji kevalidan dan uji kepraktisan, tidak sampai pada uji keefektivan media sebab keterbatasan waktu.
3. Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM terdiri dari simulasi praktikum pada sub bab enzim dan anabolisme, karena kedua sub bab tersebut yang sering digunakan untuk praktikum pada jenjang SMA/MA. Keterbatasan pada pengembangan praktikum sub bab katabolisme karena pada jenjang SMA/MA jarang melakukan praktikum sub bab katabolisme dan untuk menghindari aplikasi yang terlalu berat.

4. Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM hanya dapat operasikan menggunakan *handphone andorid* dan belum bisa dioperasikan melalui *PC* atupun *handphone* selain *android* serta belum bisa diterapkan di sekolah terpencil hanya bisa diterapkan pada sekolah yang telah berbasis IT.
5. Pengembangan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM didasarkan pada analisis kebutuhan (*need asesment*) di MA Raudlatu Shibyan dan MA NU Hasyim Asy'ari 2 Kudus.

G. Sistematika Penulisan

1. Bagian Awal Skripsi
 - Halaman Judul
 - Daftar Isi
 - Daftar Gambar
 - Daftar Tabel
2. Bagian Isi
 - BAB I PENDAHULUAN
 - A. Latar Belakang
 - B. Rumusan Masalah
 - C. Tujuan Penelitian
 - D. Manfaat Penelitian
 - E. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan
 - F. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan
 - G. Sistematika Penulisan
 - BAB II LANDASAN TEORI
 - A. Deskripsi Teori
 1. Media Pembelajaran
 2. Virtual Laboratorium
 3. Aplikasi *PraMetavVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium)
 4. Pendekatan STEM
 5. Materi Metabolisme Sel
 6. Indikator Validitas dan Praktikalitas
 - B. Penelitian Terdahulu
 - C. Kerangka Berfikir
 - BAB III METODE PENELITIAN
 - A. Model Pengembangan
 - B. Prosedur Pengembangan
 - C. Uji Coba Produk
 1. Desain Uji Coba

2. Subjek Uji Coba
3. Jenis Data
4. Instrumen Pengumpul Data
 - a. Instrumen Studi Pendahuluan
 - b. Angket
 - c. Dokumentasi
5. Teknik Analisis Data
 - a. Analisis Data Validasi Ahli dan Penilaian Pendidik
 - b. Analisis Data Uji Coba Produk

BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

- A. Hasil Penelitian
- B. Hasil Pengembangan
- C. Pembahasan Produk Akhir

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

- A. Simpulan
- B. Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

