

**PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM
VIRTUAL LABORATORIUM (VILAB) BERBASIS
MOBILE LEARNING MATERI METABOLISME
KELAS XII SMAN 01 KAYEN**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Biologi



Disusun oleh :

Fajrul Falakh

NIM : 1808086064

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

2022

HALAMAN JUDUL
PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM VIRTUAL
LABORATORIUM (VILAB) BERBASIS MOBILE LEARNING
MATERI METABOLISME KELAS XII SMAN 01 KAYEN

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu
Pendidikan Biologi



Disusun oleh :

Fajrul Falakh

NIM : 1808086064

PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajrul Falakh

NIM : 1808086064

Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul.

**Pengembangan Petunjuk Praktikum Virtual Laboratorium
Berbasis Mobile Learning Materi Metabolisme Kelas XII
SMAN 1 Kayen**

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

Semarang, 19 Oktober
2022



Fajrul Falakh

NIM. 1808086064



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngalyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Pengembangan Petunjuk Praktikum Virtual
Laboratorium (VILAB) Berbasis Mobile
Learning Materi Metabolisme Kelas XII SMAN
01 Kayen

Penulis : Fajrul Falakh

NIM : 1808086064

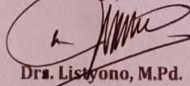
Program Studi : Pendidikan Biologi

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

Semarang, 24 Oktober 2022

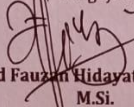
DEWAN PENGUJI

Penguji I


Dr. Listyono, M.Pd.


NIP. 196910162008011008

Penguji II



Ahmad Fauzan Hidayatullah, S.Th.I.,
M.Si.

NIDN.2029067903

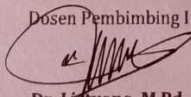
Penguji III


Elina Lestariyanti, M.Pd.
NIP.199106192019032022


Penguji IV


Eka Vasia Anggis, M.Pd.
NIP.198907062019032014

Dosen Pembimbing I


Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 196910162008011008

Dosen Pembimbing II


Widi Cahya Adi, M.Pd.
NIP.199206192019031014



NOTA DINAS

Semarang, 18 Oktober 2022

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

Judul : **Pengembangan Petunjuk Praktikum Virtual Laboratorium Berbasis Mobile Learning Materi Metabolisme Kelas XII SMAN 1 Kayen**

Penulis : **Fajrul Falakh**

NIM : 1808086064

Program Studi : Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I



Dr. Listyono, M. Pd

NIP. 196910162008011008

NOTA DINAS

Semarang, 18 Oktober 2022

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

Judul : **Pengembangan Petunjuk Praktikum Virtual Laboratorium Berbasis Mobile Learning Materi Metabolisme Kelas XII SMAN 1 Kayen**

Penulis : **Fajrul Falakh**

NIM : 1808086064

Program Studi : Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II



Widi Cahya Adi, M. Pd.
NIP. 199206192019031014

ABSTRAK

Pengembangan Petunjuk Praktikum Virtual Laboratorium Berbasis Mobile Learning Materi Metabolisme Kelas XII SMA

Fajrul Falakh
1808086064

Pendidikan di Indonesia sudah mengalami perkembangan. Saat ini UU No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional menjadi pedoman pelaksanaan sistem pendidikan di Indonesia. Berbagai perbaikan sistem pendidikan di Indonesia telah dilakukan mengikuti perkembangan zaman, dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadikan pendidik dan peserta didik memanfaatkan kecanggihan teknologi guna mendukung pembelajaran di era 4.0. Penelitian ini bertujuan menjelaskan karakteristik media petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning dalam pembelajaran biologi materi metabolisme. Penelitian ini menghasilkan aplikasi media pembelajaran "*Metabolism*". Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R and D). Suatu Metode untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Tahapan 4D yaitu Define (pendefinisian), Design (perancangan), Development (pengembangan), dan Disseminate (penyebaran). Hasil nilai kelayakan media berdasarkan perolehan penilaian ahli materi 77,94 %, ahli media 67,50 % ,dan ahli metodologi pembelajaran 83,33 %. Sedangkan nilai respon ditentukan oleh perolehan dari guru biologi dan peserta didik dengan hasil respon guru 98,47 % dan peserta didik 86,11 %. Berdasarkan perolehan hasil uji dapat disimpulkan bahwa media aplikasi *Metabolism* sangat layak dan valid menjadi media pendukung pembelajaran biologi materi metabolisme untuk peserta didik kelas XII SMA.

Kata kunci : Aplikasi, Biologi, Media Pembelajaran, *Mobile Learning*, Metabolisme

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor : 158/1987 dan Nomor : 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	T
ب	B	ظ	Z
ت	T	ع	'
ث	S	غ	G
ج	J	ف	F
ح	H	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	Z	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	Sy	ء	'
ص	S	ي	Y
ض	D		

Bacaan Madd :

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong :

au = اُو

ai = اِي

iv = اِي

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin atas segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan petunjuk, anugrah, nikmat serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengembangan Petunjuk Praktikum Virtual Laboratorium Berbasis Mobile Learning Materi Metabolisme Kelas XII SMAN 1 Kayen”**.

Allahumma Shalli 'ala Sayyidina Muhammad, shalawat serta salam penulis limpahkan kepada junjungan umat islam yang telah menuntun kepada jalan kebaikan dan penerangan di muka bumi ini, seorang manusia pilihan yang patut diteladani oleh seluruh umatnya, baginda Rasulullah SAW yang dinantikan syafaatnya kelak di hari kiamat. Aamiin Ya Rabbal 'Alamin.

Penyusunan skripsi ini melewati proses yang tentunya tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, motivasi, do'a serta peran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada.

1. Prof. Dr. Iman Taufiq, M.Ag, selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Drs. Listyono, M.Pd selaku ketua jurusan pendidikan

biologi yang telah memberikan izin penelitian.

4. Drs. Listyono, M.Pd selaku pembimbing I dan Widi Cahya Adi, M.Pd selaku pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan begitu sabar membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini hingga selesai.
5. Segenap dosen dan staff Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang turut memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Mirtaati Na'ima, M.Sc selaku dosen ahli materi.
7. Nisa Rasyida, M.Pd selaku ahli media.
8. Dzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd selaku ahli metodologi pembelajaran.
9. Suwargono, M.Pd guru biologi SMAN 1 Kayen selaku pembimbing dalam penelitian skripsi ini.
10. Teristimewa untuk Ibu Siti Fatimah dan Bapak Umar Kanapi selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan baik moral dan materi serta doa.
11. Seluruh keluarga besar HMJ BIOLOGI 2019 dan Angkatan Neuron 2018 yang telah memberikan banyak pengalaman dan rasa kekeluargaan yang erat.
12. Seluruh keluarga besar KMPP Semarang yang telah

memberikan banyak pengalaman dan rasa solidaritas yang tinggi.

13. Teman-teman Kos GPRK Bu Ida yang telah memberikan motivasi dan doa.
14. Teman-teman Galaxy 2018 yang telah memberikan motivasi dan doa.
15. Teman-teman kontrakan Guahiroh yang telah memberikan dukungan, doa, dan rasa hangat kekeluargaan.
16. Semua pihak yang memberikan dukungan dan bantuan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
NOTA DINAS.....	iv
NOTA DINAS.....	v
ABSTRAK.....	vi
TRANSLITERASI ARAB-LATIN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan Pengembangan.....	9
F. Manfaat Pengembangan	10
G. Asumsi Pengembangan.....	11
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	11
BAB II	14
KAJIAN PUSTAKA.....	14

A.	Kajian Teori.....	14
B.	Kajian Penelitian yang Relevan.....	21
C.	Kerangka Berpikir.....	25
BAB III.....		26
METODE PENELITIAN		26
A.	Model Pengembangan	26
B.	Prosedur Pengembangan	26
C.	Desain Uji Coba Produk.....	31
1.	Desain Uji Coba.....	31
2.	Subjek Coba.....	32
3.	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	33
4.	Teknik Analisis Data.....	35
BAB IV.....		38
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		38
A.	Hasil Pengembangan Produk Awal	38
B.	Hasil Uji Coba Produk.....	57
C.	Revisi Produk	66
D.	Kajian Produk Akhir	70
E.	Keterbatasan Penelitian.....	84
BAB V.....		85
SIMPULAN DAN SARAN		85
A.	Simpulan tentang Produk	85
B.	Saran Pemanfaatan Produk.....	86
C.	Desminata dan Pengembangan Produk.....	87
DAFTAR PUSTAKA.....		88
LAMPIRAN		92

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Kriteria Kelayakan Produk	36
Tabel 4.1	Hasil Validasi Ahli Materi	58
Tabel 4.2	Hasil Validasi Ahli Media	59
Tabel 4.3	Hasil Validasi Ahli Metodologi Pembelajaran	61
Tabel 4.4	Hasil Tanggapan Guru Biologi	62
Tabel 4.5	Hasil Uji Lapangan	64
Tabel 4.6	Akumulasi Validator Ahli	66
Tabel 4.7	Akumulasi Responden	66
Tabel 4.8	Revisi Penulisan Ahli Materi	67
Tabel 4.9	Revisi Perolehan ATP	68
Tabel 4.10	Revisi Tanda Baca Ahli Media	68
Tabel 4.11	Revisi Soal Evaluasi Ahli Media	69
Tabel 4.12	Revisi KI dan KD Ahli Media	69
Tabel 4.13	Revisi Gambar pada materi katabolisme	70
Tabel 4.14	Revisi Tahapan Inkuiri Petunjuk Praktikum Fotosintesis	70
Tabel 4.15	Revisi Tahapan Inkuiri Petunjuk Praktikum Enzim Katalase	71
Tabel 4.16	Tahapan Validasi	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Bagan kerangka berpikir	25
Gambar 4.1	Pembuatan Desain Layout dengan Power Point	46
Gambar 4.2	Pembuatan Desain Layout dengan Corel Draw x7	46
Gambar 4.3	Pembuatan Aplikasi dengan Android Studio	47
Gambar 4.4	Pembuatan Video dengan Du Recorder	47
Gambar 4.5	Pembuatan Soal Evaluasi dengan Google Forms	48
Gambar 4.6	Tampilan Splash Screen	49
Gambar 4.7	Tampilan Start Menu	50
Gambar 4.8	Tampilan Home	50
Gambar 4.9	Tampilan KI dan KD	51
Gambar 4.10	Tampilan Menu	51
Gambar 4.11	Tampilan Petunjuk Praktikum	52
Gambar 4.12	Tampilan Evaluasi	52
Gambar 4.13	Tampilan Glosarium	53
Gambar 4.14	Tampilan Referensi	53
Gambar 4.15	Tampilan Virtual Laboratorium	54
Gambar 4.16	Tampilan Developer	54
Gambar 4.17	Skema Hasil Uji Ahli Materi, Ahli Media, dan Ahli Metodologi Pembelajaran	66
Gambar 4.18	Tampilan Akhir Start Page	77
Gambar 4.19	Tampilan Akhir Start Menu	77
Gambar 4.20	Tampilan Akhir Menu	78
Gambar 4.21	Tampilan Akhir KI dan KD	78
Gambar 4.22	Tampilan Akhir Menu Materi	79
Gambar 4.23	Tampilan Akhir Petunjuk Praktikum	79
Gambar 4.24	Tampilan Akhir Evaluasi Soal	80
Gambar 4.25	Tampilan Akhir Glosarium	80
Gambar 4.26	Tampilan Akhir Referensi	81

Gambar 4.27	Tampilan Akhir Referensi dan Developer	81
Gambar 4.28	Qr-code Instal Aplikasi	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kisi-kisi wawancara Guru Biologi	92
Lampiran 2	Hasil Wawancara Guru Biologi	94
Lampiran 3	Kisi-kisi Angket Kebutuhan Peserta Didik	98
Lampiran 4	Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik	100
Lampiran 5	Kisi-kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Materi	102
Lampiran 6	Kisi-kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Media	103
Lampiran 7	Kisi-kisi Instrumen Angket Metodologi Pembelajaran	105
Lampiran 8	Kisi-kisi Instrumen Angket Validasi Guru Biologi	107
Lampiran 9	Kisi-kisi Instrumen Angket Validasi Peserta Didik	110
Lampiran 10	Hasil Validasi Ahli Materi	112
Lampiran 11	Rekapitulasi Ahli Materi	113
Lampiran 12	Hasil Validasi Ahli Media	114
Lampiran 13	Rekapitulasi Ahli Media	115
Lampiran 14	Lembar Validasi Metodologi Pembelajaran	116
Lampiran 15	Rekapitulasi Ahli Metodologi Pembelajaran	117
Lampiran 16	Lembar Validasi Guru Biologi	118
Lampiran 17	Rekapitulasi Respon Guru Biologi	119
Lampiran 18	Hasil Respon Peserta Didik	120
Lampiran 19	Rekapitulasi Respon Siswa	121
Lampiran 20	Surat Penunjukan Dosbing	122
Lampiran 21	Surat Penunjukan Ahli Materi, Media, dan Metodologi Pembelajaran	123
Lampiran 22	Surat Izin Penelitian	124
Lampiran 23	Surat Keterangan Riset	125
Lampiran 24	KI dan KD Materi Metabolisme	126
Lampiran 25	Dokumentasi	128

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Ilmu pengetahuan dan teknologi telah berkembang membawa peradaban manusia ke persaingan global yang sangat ketat. Hal itu menjadi tantangan generasi muda di dalam dunia pendidikan, sehingga diperlukan mekanisme yang dapat meningkatkan kompetensi abad 21 peserta didik (Wijaya *et al.*, 2016). Pendidikan di Indonesia sudah mengalami perkembangan. Dalam Undang-undang No. 20 Tahun 2003 mengenai prosedur Pendidikan Nasional sebagai pedoman pelaksanaan sistem pendidikan di Indonesia. Berbagai perbaikan sistem pendidikan di Indonesia telah dilakukan mengikuti perkembangan zaman, seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadikan pendidik dan peserta didik memanfaatkan kecanggihan teknologi guna mendukung pembelajaran di era 4.0 (Lase, 2019).

Pendidikan adalah upaya untuk memberikan tempat atau wadah sebagai pembentukan karakter penerus bangsa. Permasalahan pendidikan yang ditemukan ketika melaksanakan kegiatan pembelajaran secara daring ataupun tatap muka adalah kurangnya pemanfaatan kemajuan teknologi dan kurangnya fasilitas yang dimiliki peserta didik

maupun pendidik (Sartini, 2013). Perkembangan teknologi saat ini sangat pesat. Alvin Toffler mengilustrasikan perkembangan teknologi sebagai revolusi yang terdiri dari tiga gelombang yaitu gelombang teknologi pertanian, teknologi informasi serta komunikasi, ketiga perkembangan tersebut berhasil mempengaruhi dan menguasai kehidupan di dunia. Informasi dan komunikasi telah memiliki peran yang penting mencakup dunia pendidikan dan ilmu pengetahuan (Toffler, 1980)

Perkembangan dunia pendidikan sangat berkaitan dengan kemajuan teknologi di masa Revolusi Industri 4. 0, dengan kemajuan teknologi bisa dimanfaatkan untuk mendukung pembelajaran serta mengembangkan kreativitas dan inovasi dari peserta didik. Selain itu, pendidik juga banyak memperoleh referensi dan berbagai metode pengajaran, dengan pemanfaatan teknologi pembelajaran dapat terdukung dan tidak terikat dengan ruang dan waktu, seperti pembelajaran saat pandemi covid 19. Pemanfaatan teknologi sangat diperlukan dan menjadi alternatif pembelajaran ataupun media pendukung pembelajaran (Astuti & Febrian, 2019).

Hasil wawancara dengan guru biologi di SMAN 01 pada (Kamis, 16 Desember 2021) diperoleh informasi bahwa pemanfaatan teknologi untuk mendukung pembelajaran

belum maksimal karena fokus pada media buku dan LKS, media web seperti salah satu fasilitas virtual laboratorium yang telah disediakan oleh kemendikbud ataupun virtual laboratorium lainnya yang bisa diakses melalui internet. Guru biologi juga menyampaikan bahwa peserta didik dalam proses pembelajaran belum pernah menggunakan aplikasi media pembelajaran dan virtual laboratorium khususnya materi metabolisme, maka diperlukan sebuah media yang dikembangkan peneliti sebagai pendukung peserta didik dalam pembelajaran dan bisa menjadi alternatif ketika kondisi laboratorium tidak bisa digunakan atau peserta didik dapat tetap melaksanakan praktikum ketika peserta didik absen kelas dengan media aplikasi yang dikembangkan oleh peneliti. Adapun produk media bisa menjadi sumber pendukung belajar peserta didik kelas XII SMA.

Hasil analisis angket kebutuhan peserta didik diperoleh informasi bahwa 94 % dari 36 siswa kelas XII IPA 3 belum pernah menggunakan aplikasi pembelajaran yang di dalamnya terdapat virtual laboratorium. Selain itu peserta didik belum pernah melaksanakan praktikum materi metabolisme di laboratorium. Kemudian peserta didik tertarik dengan media aplikasi berbasis android yang dilengkapi dengan materi, petunjuk praktikum dan praktikum, maka peserta didik memerlukan media aplikasi sebagai sumber pendukung

belajar. Karakteristik ponsel pintar sebagai media pendukung pembelajaran atau disebut dengan mobile learning memiliki fleksibilitas dalam penggunaannya (Wirawan, 2011)

Kegiatan praktikum dapat dilaksanakan dengan cara memanfaatkan virtual laboratorium, yaitu dengan mewujudkan konsep abstrak ke dalam visualisasi dengan bantuan *smartphone*. Adapun pemanfaatan virtual laboratorium bisa menggunakan fasilitas yang telah disediakan kemendikbud yaitu rumah belajar yang terdapat berbagai praktikum virtual salah satunya praktikum enzim katalase yang mendukung pembelajaran metabolisme. Akan tetapi, praktikum tersebut kurang efektif dan efisien karena belum didukung dengan petunjuk praktikum secara tertulis untuk melakukan kegiatan virtual laboratorium. Hal ini membuat peserta didik kurang termotivasi untuk melakukan kegiatan virtual laboratorium, oleh karena itu supaya peserta didik termotivasi dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran biologi dengan kegiatan virtual laboratorium diperlukan suatu aplikasi mobile learning yang mencakup materi metabolisme dilengkapi dengan petunjuk praktikum agar mudah dipahami oleh peserta didik dan mudah digunakan dimana saja.

Pengembangan petunjuk praktikum berbasis mobile learning merupakan upaya alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tidak terlaksananya praktikum

serta kurang termotivasinya peserta didik ketika praktikum secara virtual. Petunjuk praktikum merupakan pedoman bagi peserta didik dalam melaksanakan praktikum secara nyata dari apa yang didapat dari teori (Lesmono *et al.*, 2012). Petunjuk praktikum pada saat ini dapat dikembangkan dalam bentuk *mobile learning*.

Pemanfaatan petunjuk praktikum berbasis *mobile learning* merupakan pemanfaatan pembelajaran yang memanfaatkan teknologi dan perangkat *mobile*, penggunaan *mobile learning* dapat mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja tanpa harus berada dalam suatu tempat dan waktu tertentu. *Mobile learning* memiliki manfaat ketersediaan materi pembelajaran yang bisa diakses setiap saat dan tampilan materi yang menarik. Maka *mobile learning* merujuk pada perangkat genggam seperti ponsel, laptop dan perangkat teknologi informasi yang banyak digunakan dalam belajar mengajar, adapun untuk mendukung pembelajaran yang memudahkan peserta didik difokuskan pada perangkat *handphone*, tujuan dari pengembangan *mobile learning* adalah sebagai proses belajar sepanjang waktu, peserta didik dapat lebih aktif dan tertarik dalam proses pembelajaran. *Mobile learning* diharapkan mampu menjadi sumber belajar alternatif guna meningkatkan efisiensi dan efektifitas proses pembelajaran peserta didik di masa mendatang (Majid, 2016)

. Hasil penelitian Lesmono *et al.*, (2012) bahwa kinerja praktikum peserta didik pada seluruh praktikum, baik pada aspek kemampuan mengamati dan mencatat hasil praktikum maupun pada aspek kemampuan menginterpretasi hasil dan merumuskan kesimpulan tergolong berkategori baik.

Pengembangan media pembelajaran saat ini banyak yang sudah berbasis virtual, salah satunya virtual laboratorium yang dikembangkan kementerian pendidikan dan kebudayaan, salah satu fasilitas virtual laboratoriumnya yaitu praktikum tentang metabolisme enzim katalase, namun dari fasilitas tersebut belum adanya fitur petunjuk praktikum. Maka dari itu peneliti ingin mengembangkan petunjuk praktikum berbasis mobile learning yang mendukung pemahaman materi metabolisme, peneliti memilih materi metabolisme karena materi ini merupakan materi yang sulit ketika disampaikan ke peserta didik. Melalui wawancara dengan guru biologi SMAN 1 Kayen menyampaikan bahwa materi yang sulit untuk disampaikan ke peserta didik adalah materi metabolisme, hal ini karena materi metabolisme merupakan materi yang sangat kompleks dan juga menjelaskan metabolisme di dalam sel, selain itu materi tersebut bersifat tidak kasat mata atau abstrak. Selain itu materi metabolisme sudah diterapkan dengan berbagai metode pembelajaran diantaranya *problem*

based learning, problem solving, discovery learning, dan project based learning.

Berdasarkan literatur yang telah didapat dan permasalahan dari analisis kebutuhan, maka media pembelajaran perlu dikembangkan dengan pertimbangan dari permasalahan diantaranya, kurangnya pemanfaatan teknologi untuk mendukung pembelajaran, belum memanfaatkan fasilitas virtual laboratorium dari kemendikbud, fasilitas virtual lab dari kemendikbud belum didukung dengan petunjuk praktikum, dan kegiatan praktikum di SMAN 1 Kayen belum berjalan secara tatap muka. Sehingga peneliti ingin melakukan penelitian yang berjudul *Pengembangan Petunjuk Praktikum Virtual Laboratorium Berbasis Mobile Learning Materi Metabolisme Kelas XII SMAN 1 Kayen*. Pengembangan media pendukung pembelajaran ini bisa diakses melalui handphone yang memudahkan peserta didik memahami materi metabolisme.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa rumusan masalah, diantaranya sebagai berikut.

1. Kurangnya pemanfaatan teknologi untuk mendukung pembelajaran biologi

2. Peserta didik selama pembelajaran biologi belum melaksanakan praktikum secara tatap muka
3. Media pembelajaran mobile learning dan virtual laboratorium belum pernah digunakan ketika pembelajaran biologi SMAN 01 Kayen
4. Fasilitas virtual laboratorium oleh kemendikbud belum ada petunjuk praktikum

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan di atas, maka peneliti perlu membatasi permasalahan agar penelitian ini dapat lebih fokus dan terarah.

1. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan petunjuk virtual laboratorium berbasis mobile learning dalam pembelajaran biologi materi metabolisme
2. Penguji media yang disusun meliputi uji materi, uji bahasa, dan uji desain produk oleh validator
3. Pengujian media melalui respon peserta didik yaitu kelompok kecil dan uji secara luas, serta respon pendidik setelah uji coba produk

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah diatas, maka peneliti dapat merumuskan masalah, diantaranya sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik media pembelajaran petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning materi metabolisme kelas XII SMAN 01 Kayen ?
2. Bagaimana kelayakan media petunjuk virtual laboratorium mobile learning pada pembelajaran biologi materi metabolisme ?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menjelaskan karakteristik media petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning dalam pembelajaran biologi materi metabolisme
2. Mendeskripsikan kelayakan penggunaan media petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning dalam pembelajaran biologi materi metabolisme
3. Menjelaskan respon guru dan peserta didik terhadap media petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning dalam pembelajaran biologi materi metabolisme

F. Manfaat Pengembangan

a. Manfaat Teoritis

1. Sebagai referensi pembelajaran biologi dengan perangkat pembelajaran petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis aplikasi *mobile learning* untuk mendukung pembelajaran materi metabolisme kelas XII SMAN 01 Kayen
2. Sebagai bahan pengembangan perangkat pembelajaran petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis aplikasi *mobile learning* pada pelajaran biologi materi metabolisme

b. Manfaat Praktis

1. Bagi Sekolah, sebagai salah satu alternatif perangkat pembelajaran aplikasi petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis *mobile learning* pada pembelajaran biologi materi metabolisme dapat digunakan dalam pengembangan perangkat pembelajaran pada materi lain dan mata pelajaran lainnya
2. Bagi Guru, Perangkat pembelajaran petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis aplikasi *mobile learning* untuk mendukung pembelajaran materi metabolisme kelas XII SMAN 01 Kayen dapat digunakan pendidik

dalam pembelajaran biologi untuk melatih keterampilan pemanfaatan mobile learning peserta didik

3. Bagi Siswa, *Mobile learning* berbasis android diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang praktis dan menarik, serta membantu dalam mempelajari materi metabolisme pada pembelajaran biologi XII SMAN 01 Kayen
4. Bagi Peneliti Lain, Penelitian ini dapat digunakan sebagai kajian dan bahan referensi dalam pembuatan perangkat pembelajaran

G. Asumsi Pengembangan

Asumsi dalam penelitian pengembangan ini meliputi :

1. Desain pengembangan menggunakan model 4D yaitu *Define, Design, dan Develop*
2. Tahap *develop* dilakukan dengan uji kelayakan produk.
3. Validator terdiri dari ahli media, ahli materi bidang biologi, guru biologi SMAN 01 Kayen
4. Media di uji ahli media, ahli materi dan uji skala kecil

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk media pendukung belajar yang dikembangkan dengan spesifikasi sebelum dan sesudah adalah sebagai berikut sebagai berikut.

1. Produk sebelum dikembangkan
 - a. Produk sebelum dikembangkan berupa website dari kemendikbud yang bernama rumah belajar berisi beberapa praktikum virtual diantaranya praktikum enzim katalase dan fotosintesis
 - b. Produk belum dilengkapi dengan petunjuk praktikum, materi sesuai KI dan KD SMA, dan latihan soal
 - c. Produk sebelum dikembangkan berbasis website.
 - d. Data berbasis online dan harus terhubung dengan internet
2. Produk setelah dikembangkan
 - a. Produk yang dikembangkan berupa petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning, materi sesuai KD materi metabolisme, dan latihan evaluasi soal metabolisme, Produk diberi nama *Metabolism*
 - b. Media berisi materi dan penjelasan tentang materi metabolisme dan petunjuk praktikum dalam bentuk audio visual atau desain grafis serta link praktikum
 - c. Mobile learning berbasis android berisi materi biologi yang mengacu kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) biologi SMA/MA berdasarkan kurikulum 2013 materi metabolisme

- d. Produk Aplikasi menggunakan software *Power Point 2019*, *Corel Draw*, *Du recorder*, *Android Studio* dan disimpan ke dalam bentuk format aplikasi
- e. Data berbasis android dan dapat diakses secara offline dan untuk praktikum harus online, kemudian dapat dilihat dan diputar secara mudah berisi materi-materi yang disusun secara menarik dan diharapkan bisa memenuhi prinsip pokok media ketika pembelajaran atau melakukan praktikum, media ini diarahkan untuk mempermudah peserta didik untuk memahami materi dan menerapkan praktikum di saat kondisi yang kurang mendukung seperti fasilitas laboratorium yang kurang memadai

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Mobile learning

Mobile learning adalah peningkatan eksplorasi pergeseran dari strategi pembelajaran elektronik yang bergantung pada strategi pembelajaran otonom. Sebuah perangkat mobile yang berfungsi sebagai mediator antara proses belajar mengajar dikenal sebagai *mobile learning*. Salah satu contoh penggunaan proses pembelajaran kontemporer dimana siswa dapat belajar kapanpun dan dimanapun adalah *mobile learning*, atau *m-learning*. *M-learning* berbeda dari bentuk pendidikan lain karena memungkinkan siswa untuk mengakses sumber daya kapan saja dan di mana saja melalui alat telekomunikasi seperti ponsel, smartphome, dan tablet (Handayani, 2015).

Istilah "*mobile learning*" mengacu pada pendekatan pengajaran dan pembelajaran yang memanfaatkan perangkat elektronik portabel sehingga siswa dapat mengakses sumber daya, program, dan pedoman pendidikan dimanapun mereka berada dan kapan saja (Warsita, 2018).

Karakteristik *mobile learning* yaitu terdiri dari ; 1) bagian dari *e-learning*, memanfaatkan TIK elektronik dan digital ; 2) Bisa diakses dimanapun dan kapanpun ; 3) menyediakan fasilitas *knowlage sharing* dan visualisasi pengetahuan yang atraktif dan interaktif ; 4) tidak semua materi pembelajaran

cocok memanfaatkan m-learning mengingat memiliki ukuran file yang terbatas (Warsita, 2018).

Mobile learning mempunyai beberapa macam jenis aplikasi yang bisa dijalankan diantaranya adalah MOMO (*Mobile Moodle*), MLE (*Mobile Learning Environment*), *Learning Mobile Author*, *Desire2Learn 2GO*, dan *ReadyGo*, *Morning* dan aplikasi pembelajaran Matematika melalui ponsel yakni *Mathematic Mobile Learning* (MML). Aplikasi perangkat tersebut bisa mengkombinasikan konten-konten pembelajaran seperti teks dan audiovisual sehingga lebih menarik dan interaktif (Warsita, 2010).

Mobile learning adalah cara inovatif untuk memanfaatkan teknologi untuk mempromosikan pembelajaran dan memungkinkan siswa untuk belajar kapanpun dan dimana pun mereka membutuhkannya. Belajar dengan *mobile learning* tidak akan sepenuhnya menggantikan instruksi kelas tradisional, tetapi dengan pendekatan ini dapat disesuaikan dengan lingkungan tanpa akses ke komputer. Agar pembelajaran lebih berhasil, *m-learning* harus dikombinasikan dengan bentuk pendidikan lainnya (Warsita, 2010).

2. Virtual Laboratorium

Salah satu sistem yang dapat digunakan untuk membantu sistem praktikum tradisional adalah laboratorium virtual. Lab virtual ini sering disebut sebagai *V-Lab* atau *Laboratorium Virtual*. Pendirian laboratorium virtual ini dimaksudkan untuk

memberikan kesempatan kepada mahasiswa khususnya untuk menyelesaikan praktikum dengan atau tanpa koneksi internet, sehingga menghilangkan persyaratan kehadiran di lab karena anak-anak dapat aktif belajar sendiri tanpa bantuan guru atau pembantu seperti sistem yang berjalan, pembelajaran ini menjadi sukses. Cukup menguntungkan bagi mahasiswa untuk dapat mengikuti praktikum secara mandiri berkat gaya tampilan berbasis web (Puspita & Yamin, 2008).

Menurut Asandhimitra (2004) Praktik berbasis aplikasi dimasukkan ke dalam media yang disebut dengan laboratorium virtual menggunakan program perangkat lunak pada komputer atau perangkat seluler yang mensimulasikan eksperimen sains. Adapun menurut Tatli & Ayas (2012), laboratorium sebagai faktor yang mendukung dan menambah pengetahuan serta pengalaman dan memotivasi peserta didik untuk melakukan percobaan praktikum dan melatih keterampilan bereksperimen, sehingga virtual laboratorium dapat dimanfaatkan sebagai pengembangan keterampilan yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah (Hikmah *et al.*, 2017).

Laboratorium virtual sebagai sebuah produk inovasi media pendukung pembelajaran berbasis mobile learning bisa diterapkan di sekolah dengan bantuan teknologi informasi. Penggunaan lab virtual untuk mendukung pembelajaran

biologi bisa didapat melalui situs online yang bersifat gratis maupun komersial seperti Virtual Lab, PLRG, *Phet* dan masih banyak lainnya (Adi, 2015). Layanan yang ditawarkan Kemdikbud ini merupakan salah satu portal pembelajaran yang mampu melakukan simulasi praktikum proyeksi virtual. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menawarkan laboratorium enzim katalase virtual yang dapat diakses secara gratis sebagai ilustrasi praktikum virtual yang mendorong pembelajaran biologi bahan metabolisme.

3. Materi Metabolisme

Kata metabolisme adalah kata Yunani yang berarti "perubahan." Secara terminologi yakni proses yang rumit terdiri dari sejumlah mekanisme reaksi kimia yang berbeda. Proses metabolisme, yang merupakan reaksi kimia yang berlangsung di dalam tubuh makhluk hidup, telah diteliti oleh banyak ahli untuk menghasilkan inovasi dan ilmu baru yang dapat menjelaskannya dengan jelas. Tujuan dari proses metabolisme adalah untuk menghasilkan energi, menyimpan energi, mengatur komponen makanan, merombak makanan, memasukkan atau mengeluarkan zat, melakukan gerakan, mengatur struktur sel, merombak struktur sel non-fungsional, dan bereaksi terhadap rangsang (Syahrizal, 2020).

Peristiwa metabolisme adalah reaksi kimia yang terjadi pada sel hidup. Dua proses yang membentuk metabolisme

adalah anabolisme dan katabolisme. Organisasi komponen kimia selama anabolisme memerlukan penggunaan energi eksternal. Energi cahaya atau energi kimia dapat digunakan dalam proses. Untuk membuat molekul yang lebih kompleks, bahan kimia sederhana kemudian diikat bersama menggunakan energi. Energi yang digunakan dalam anabolisme adalah energi kimia atau energi cahaya. Fotosintesis adalah proses mengubah cahaya menjadi energi, dan kemosintesis adalah proses mengubah energi kimia menjadi anabolisme (Suberata, 2011).

Tentu saja, ada molekul atau senyawa yang menghambat (inhibitor) atau mempercepat reaksi kimia (aktivator). Katalisator adalah zat yang mempercepat reaksi. Katalis adalah bahan yang, pada suhu tertentu, meningkatkan laju reaksi kimia tanpa mengubah atau dikonsumsi oleh reaksi. Meskipun bukan reaktan atau produk, katalis berpartisipasi dalam proses. Enzim adalah jenis katalis yang digunakan dalam reaksi kimia yang dikenal sebagai metabolisme. Enzim yang tersusun atas protein dan molekul lainnya bekerja dengan menurunkan energi aktivasi, sehingga tidak diperlukan suhu dan energi tinggi untuk melakukan suatu reaksi kimia didalam tubuh (Boden *et al.*, 2018).

Integrasi nilai islam dengan materi metabolisme yakni dalam firman Allah SWT dalam surat ar-Rum ayat 54 ;

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَكُمْ مِنْ ضَعْفٍ ثُمَّ جَعَلَ مِنْ بَعْدِ
ضَعْفٍ قُوَّةً ثُمَّ جَعَلَ مِنْ بَعْدِ قُوَّةٍ ضَعْفًا وَشَيْبَةً
يَخْلُقُ مَا يَشَاءُ وَهُوَ الْعَلِيمُ الْقَدِيرُ

Artinya : Allah-lah yang menciptakan kamu dari keadaan lemah, kemudian Dia menjadikan (kamu) setelah keadaan lemah itu menjadi kuat, kemudian Dia menjadikan (kamu) setelah kuat itu lemah (kembali) dan beruban. Dia menciptakan apa yang Dia kehendaki. Dan Dia maha mengetahui, Maha kuasa (ar-Rūm/30: 54).

Ayat ini menjelaskan bahwa Allah memperlihatkan tanda-tanda kebesaran-Nya dengan menciptakan manusia dalam keadaan lemah kemudian menjadi kuat. Tubuh manusia menjadi kuat karena asupan makanan dan minuman yang kemudian dicerna dalam tubuh menghasilkan energi atau ATP melalui proses metabolisme. Energi digunakan untuk aktivitas sehari-hari. Proses perolehan ATP dalam tubuh manusia juga terjadi proses pembakaran makanan. Hal tersebut perlu dipahami untuk kepentingan tubuh manusia agar terhindar dari gangguan sistem metabolisme tubuh. Selain itu, perlu juga memahami kebesaran Allah yang telah menciptakan manusia dan sistemnya dengan sangat kompleks (Kemenag RI, 2013).

Integrasi nilai islam dengan materi metabolisme memiliki hubungan yang sangat relevan karena secara sains perolehan ATP didapat dari makanan dan minuman yang dikonsumsi,

kemudian diproses dalam organ pencernaan untuk penyerapan sari-sari makanan yang telah dikatalis oleh enzim, di dalam organ pencernaan terjadi metabolisme protein, karbohidrat dan lemak yang kemudian melalui siklus krab menghasilkan ATP yang digunakan untuk aktivitas sehari-hari, hal inilah yang menjadikan manusia dari yang lemah menjadi kuat karena adanya ATP atau energi.

Penelitian ini menggunakan materi metabolisme dengan kompetensi dasar (KD) 3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup, adapun indikator dari materi metabolisme yang pertama menjelaskan struktur, sifat, cara kerja dan peran enzim dalam metabolisme melalui studi literatur dengan teliti, jujur terhadap data dan fakta. Kedua menguraikan proses metabolisme melalui kajian literatur berdasarkan pola pikir ilmiah dengan teliti, ketiga melaksanakan percobaan secara berkelompok mengenai cara kerja enzim, fotosintesis dan respirasi anaerob dengan tekun, teliti, disiplin dan tanggung jawab, keempat menganalisis peran enzim dalam proses metabolisme (proses fotosintesis dan respirasi anaerob) berdasarkan hasil percobaan dan sesuai dengan pola pikir ilmiah dan yang terakhir membedakan proses pembentukan energi pada makhluk hidup melalui studi literatur tumbuhan C₃, C₄, dan CAM.

Kemudian kompetensi keterampilan 4.2 Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim fotosintesis dan respirasi anaerob dengan indikator yang pertama yaitu menyusun laporan hasil percobaan sesuai kaidah ilmiah melalui berbagai media tentang cara kerja enzim, fotosintesis dan respirasi anaerob secara tertulis dengan jujur terhadap data dan fakta, kedua mengkomunikasikan hasil percobaan tentang cara kerja enzim, fotosintesis dan respirasi anaerob dengan jujur dan tanggung jawab.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Iskandar & Manikowati (2018) dengan judul Pengembangan Mobile Virtual Laboratorium untuk Pembelajaran Praktikum Siswa SMA, dalam Pengembangan mobile V-Lab dengan menggunakan piranti mobile gadget telah berhasil dilakukan. Hal ini terbukti bahwa adanya prototipe-prototipe yang sukses dikembangkan, yaitu mobile V-Lab Trigonometri pada Matematika dan mobile V-Lab Lensa Tipis untuk Fisika. Kelebihan dari mobile V-Lab itu mempunyai karakteristik *portable* dan *accessible*. Keterbaruannya yaitu peneliti mengembangkan virtual laboratorium materi metabolisme biologi SMAN kelas 12 dengan fitur sajian materi, petunjuk praktikum dan praktikum virtual.

Lesmono *et al.*, (2012) yang berjudul Pengembangan Petunjuk Praktikum Fisika Berbasis Laboratorium Virtual

Pada Pembelajaran Fisika di SMP/MTs. Data yang diperoleh berupa data kuantitatif dan kualitatif. Berdasarkan hasil analisis kinerja praktikum peserta didik saat melaksanakan praktikum memanfaatkan petunjuk praktikum fisika berbasis laboratorium virtual diketahui bahwa pelaksanaan praktikum siswa ditinjau dari dua aspek yaitu dari aspek kemampuan mengamati dan mencatat hasil praktikum menuju aspek kemampuan menunjukkan hasil dan menghasilkan kesimpulan untuk setiap praktikum nilainya semakin meningkat dengan kategori baik. Hasil uji pengembangan terhadap siswa kelas VII G SMP Plus Darus Sholah memperlihatkan bahwa kemampuan praktikum siswa, baik pada aspek kemampuan meninjau dan mencatat hasil praktikum maupun aspek kemampuan menginterpretasi hasil dan merumuskan kesimpulan tergolong baik. Pembaruan peneliti yaitu pengembangan petunjuk praktikum virtual laboratorium materi metabolisme berbasis *mobile learning* kelas XII SMA 01 Kayen.

Suparwoto (2017) Pengembangan V-Lab Menggunakan Aplikasi *Online Meeting* dan *Simulator Breadboard* untuk Praktikum Elektronika Digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa V-Lab yang dikembangkan dapat diimplementasikan secara mudah dan dengan biaya rendah, penggunaan V-Lab juga memberikan persepsi yang positif dari aspek tampilan produk dan kemudahan operasi serta dapat meningkatkan

motivasi mahasiswa dalam melaksanakan praktikum. Pembaruan peneliti berbasis mobile learning mendukung pembelajaran Biologi materi Metabolisme dengan fitur virtual laboratorium.

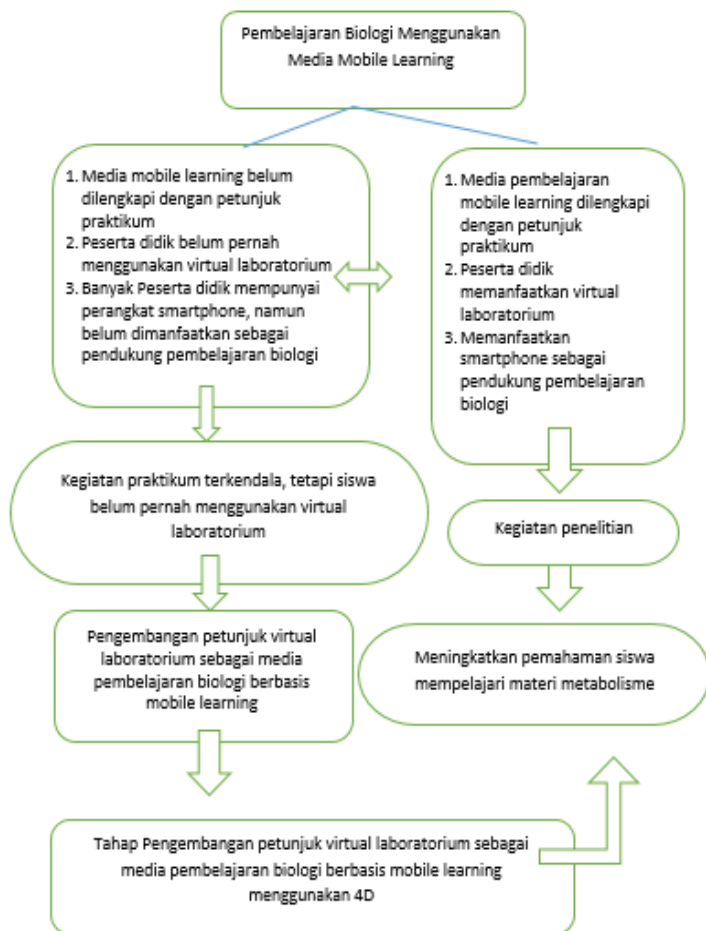
Swandi *et al.*, (2015) Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual untuk Mengatasi Miskonsepsi Pada Materi Fisika Inti di SMAN 1 Binamu, Jeneponto. Aktivitas peserta didik di atas 85%, menunjukkan pembelajaran yang dilakukan mampu mengaktifkan peserta didik. Persentase persepsi peserta didik adalah 93,5% menunjukkan sangat setuju terhadap pembelajaran Fisika berbasis media Lab-Vir. Pembaruan peneliti mengembangkan petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning materi metabolisme kelas 12 SMAN 01 Kayen.

Apolita (2018) yang berjudul Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Laboratorium Virtual Menggunakan Macromedia Flash Pada Praktikum Reaksi Alkali dan Alkali Tanah. Hasil validasi oleh ahli pada tahap pengembangan menyatakan bahwa LVRADAT layak digunakan untuk uji coba di lapangan. Penilaian guru kimia di SMAN 1 Batanghari memberikan hasil sangat baik dan hasil dari respon peserta didik terhadap LVRADAT yang telah dikembangkan memiliki skor 86,5% yang berarti sangat baik. Pembaruan peneliti mengembangkan petunjuk praktikum virtual laboratorium

berbasis mobile learning materi metabolisme kelas XII SMAN
01 Kayen.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dapat dijelaskan pada gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 2.1 Bagan kerangka berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Teknik *research and development*, kadang-kadang disebut sebagai metode R & D, adalah metodologi penelitian yang digunakan. R dan D adalah teknik penulisan yang digunakan untuk membuat produk tertentu dan mengevaluasi kemanjurannya (Sugiyono, 2018). Model pengembangan yang digunakan yaitu 4D yang terdiri dari empat tahapan yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran) yang dikembangkan oleh Thiagarajan Semmel, dan Semmel (Trianto, 2010).

B. Prosedur Pengembangan

1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap *define* merupakan tahap guna menentukan dan memberi definisi syarat-syarat yang dibutuhkan dalam pembelajaran. Dalam tahap ini terdapat 5 langkah yang harus dilakukan yaitu.

a. Analisis Ujung Depan (*Front end Analysis*)

Analisis ujung depan dimanfaatkan guna menentukan masalah dasar yang dibutuhkan dalam pengembangan media pembelajaran (Mulyatiningsih, 2016). Peneliti melakukan analisis ujung depan dengan melakukan

wawancara dengan guru biologi kelas SMAN 01 Kayen untuk menggali informasi berupa permasalahan dalam pembelajaran biologi, yang meliputi sumber belajar, model dan metode pembelajaran yang diterapkan oleh guru. Hasil analisis ini digunakan untuk mempertimbangkan produk yang akan dikembangkan oleh peneliti

b. Analisis Peserta Didik (*Learner Analysis*)

Analisis peserta didik merupakan tahap telaah guna mencari tahu sifat-sifat peserta didik seperti kemampuan, motivasi belajar, keterampilan dan pengalaman, dan lainnya sehingga desain pengembangan media pembelajaran dapat disesuaikan dengan peserta didik (Falah, 2018). Dalam penelitian ini, analisis peserta didik dilakukan dengan tujuan guna mencari tahu tanggapan peserta didik kelas XII IPA terhadap kebutuhan produk yang akan dikembangkan oleh peneliti

c. Analisis Tugas (*Task Analysis*)

Analisis tugas digunakan untuk menghitung isi materi ajar dalam garis besar (Trianto, 2010). Analisis tugas dilakukan dengan cara menganalisis KI dan KD materi metabolisme yang akan dicantumkan di dalam produk.

d. Analisis Konsep (*Concept Analysis*)

Analisis konsep dilakukan bertujuan guna mengidentifikasi konsep pokok yang hendak disampaikan, analisis ini terdiri dari analisis Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) terkait materi yang akan dikembangkan melalui media leaflet (Simatupang, 2017). Analisis konsep yang dilakukan peneliti berupa peta konsep materi metabolisme sesuai dengan kompetensi dasar materi metabolisme

e. Perumusan Tujuan Pembelajaran (*Specifying Instructional Objectives*)

Analisis tujuan pembelajaran menghasilkan indikator pencapaian kompetensi. Langkah ini dilakukan dengan harapan adanya perubahan perilaku peserta didik setelah belajar sesuai dengan kata kerja operasional yang telah ditentukan (Mulyatiningsih, 2016). Materi metabolisme terdapat pada KD 3.2 yaitu menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup. Berdasarkan KD tersebut diharapkan peserta didik di akhir pembelajaran mampu mencapai kompetensi dasar materi metabolisme. Adapun tujuan pembelajaran terlampir di lampiran 24

2. Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap ini dihasilkan rancangan media yang akan dikembangkan. Menurut Thiagarajan, S., Semmel DS, (1976) membagi tahapan perancangan menjadi empat tahap (Trianto, 2010) :

a. Penyusunan Tes Acuan Patokan

Penyusunan tes didasarkan pada analisis kebutuhan media pembelajaran peserta didik.

b. Pemilihan media

Tahap ini dilakukan penyesuaian antara analisis konsep dan karakteristik peserta didik. Pemilihan media dilakukan untuk memaksimalkan penggunaan media pembelajaran dalam proses pengembangan media disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik di SMAN 1 Kayen.

c. Pemilihan format

Tahap ini dilakukan dengan tujuan merancang isi, strategi, pendekatan, metode pembelajaran dan sumber belajar. Pemilihan dipilih dengan mengkaji format-format yang sudah ada kemudian disesuaikan dengan media yang akan diterapkan (Aka, 2020).

Pada tahap ini peneliti menyusun format desain tampilan yang disesuaikan dengan materi metabolisme dan kebutuhan peserta didik. Produk

diberikan saran oleh dosen pembimbing dan menjadikan acuan sebagai bahan perbaikan pengembangan produk.

d. Desain awal

Rancangan awal menurut Thiagarajan, rancangan awal produk merupakan rancangan seluruh perangkat pembelajaran yang harus dikerjakan sebelum uji coba dilaksanakan (Srikandika, 2019).

Adapun rancangan desain awal adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan buku referensi dan sumber terkait materi metabolisme
- b. Melakukan analisis kurikulum meliputi KI dan KD
- c. Menyusun konsep materi yang akan disajikan di dalam produk sesuai dengan KI dan KD
- d. Mendesain objek yang akan ditampilkan di dalam produk, meliputi
- e. Desain background, ikon, logo, template dengan *corel draw*, dan *power point*
- f. Menyiapkan link virtual laboratorium dan materi metabolisme menggunakan *microsoft word*
- g. Menyiapkan rancangan penempatan fitur menu dengan *android studio*

h. Menyusun desain instrumen penilaian produk sebelum ke tahap selanjutnya produk akan divalidasi oleh dosen ahli, diantaranya ahli materi, ahli media, dan ahli metodologi pembelajaran. Dan selanjutnya akan diperbaiki sesuai dengan masukan para ahli

3. Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap develop merupakan tahap untuk menghasilkan produk perangkat pembelajaran yang telah direvisi berdasarkan masukan atau catatan perbaikan dari dosen ahli. Tahap dalam penelitian ini melalui validasi dari , ahli materi, ahli media, ahli metodologi pembelajaran, dan selanjutnya uji respon dari guru biologi dan peserta didik.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Tahap pengembangan *prototype* adalah tahap pengembangan atau *develop* yaitu proses menghasilkan produk pengembangan yang akan dilakukan. Tahap pengembangan *prototype* pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Validasi Ahli (*Expert Appraisal*)

Tahap ini bertujuan untuk menguji kelayakan produk yang dikembangkan yaitu media petunjuk praktikum berbasis mobile learning materi

metabolisme. Uji validitas terdiri dari uji kelayakan materi, uji kelayakan media dan uji kelayakan metodologi pembelajaran biologi. Tahap validasi ini melibatkan dosen ahli media pembelajaran biologi, dosen ahli materi metabolisme, dan dosen ahli metodologi pembelajaran biologi.

b. Uji Coba Pengembangan (*Developmental Testing*)

Uji coba pengembangan adalah kegiatan uji coba subjek yang digunakan dalam penelitian untuk memperoleh tanggapan guru dan peserta didik terhadap produk media pembelajaran yang dikembangkan. Uji coba, revisi, dan uji coba kembali terus dilakukan sampai didapat perangkat yang konsisten dan efektif (Thiagarajan, S., Semmel DS, 1976)

2. Subjek Coba

Hasil akhir pengembangan produk akan di uji kelayakan kepada guru dan peserta didik dengan kelayakan produk yang sudah divalidasi oleh beberapa dosen ahli diantaranya yaitu ahli materi, ahli media, ahli metodologi pembelajaran. Kemudian selanjutnya diujikan kepada siswa dengan jumlah responden 30 peserta didik untuk mengetahui kelayakan media yang dikembangkan peneliti.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Wawancara

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan dan potensi yang harus diteliti dan juga apabila peneliti ingin mengetahui pendapat, keinginan dan hal-hal lain dari responden yang lebih mendalam dan jumlah respondennya sedikit/kecil. Teknik pengumpulan data ini mendasarkan diri pada laporan tentang diri sendiri atau *self-report*, atau setidaknya pada pengetahuan dan keyakinan pribadi (Sugiyono, 2018). Adapun dalam penelitian ini wawancara dilakukan dengan guru biologi SMAN 1 Kayen.

b. Lembar Validasi

Lembar validasi adalah lembar untuk mempermudah validator menilai dan memberi saran terhadap instrumen yang dibuat peneliti. Dalam penelitian ini akan dibuat lembar validasi untuk ahli media dan ahli materi, dan ahli metodologi pembelajaran, kemudian hasil dari penilaian ahli akan membantu peneliti untuk merevisi produk sehingga layak untuk digunakan selanjutnya untuk uji respon guru dan peserta didik.

c. Angket

Angket merupakan cara untuk mengumpulkan data berbentuk pernyataan yang diungkapkan kepada responden untuk dijawab secara tertulis, angket digunakan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terkait media pembelajaran Biologi serta untuk mengetahui kelayakan suatu produk dan sebagai acuan untuk merevisi produk. Instrumen penelitian menggunakan skala *likert*, yaitu dengan pemberian skor 1 (sangat tidak setuju), 2 (tidak setuju), 3 (cukup), 4 (setuju), 5 (sangat setuju). Hasil kualitas unsur media, materi, dan informasi dapat diketahui setelah dihitung persentasenya.

Selain itu, kuesioner juga cocok digunakan bila jumlah responden cukup besar dan tersebar di wilayah yang luas. Kuesioner dapat berupa pertanyaan atau pernyataan tertutup atau terbuka, dapat diberikan kepada responden secara langsung atau dikirim lewat pos, atau internet (Sugiyono, 2018). Kuesioner terdiri dari kuesioner tertutup, kuesioner kelayakan, dan kuesioner tanggapan peserta didik. Kuesioner tertutup dilakukan untuk mengetahui kebutuhan siswa terhadap produk. Kuesioner kelayakan digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari berbagai ahli.

Diantaranya ahli materi, ahli media, ahli metodologi pembelajaran. Sedangkan kuesioner tanggapan guru dan siswa digunakan untuk mengetahui kelayakan dan tanggapan terhadap media.

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan kegiatan setelah data dari semua responden dan sumber data pendukung terkumpul. Adapun tujuan dari analisis data adalah meringkas dan menyampaikan data. Kegiatan ketika analisis data adalah mengelompokkan data berdasarkan variabel dan jenis responden, menyajikan data tiap variabel yang diteliti, melakukan perhitungan data untuk menjawab masalah, melakukan perhitungan untuk menguji hipotesis yang telah diajukan (Sugiyono, 2018). Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis data kualitatif dan kuantitatif.

Analisis data penelitian ini menggunakan angket dengan skala *Likert*. Skala *Likert* digunakan untuk mengukur pendapat individu ataupun kelompok mengenai peristiwa tertentu, setelah data terkumpul tahap selanjutnya yaitu analisis. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Angket

1. Angket Validasi

Angket validasi digunakan peneliti untuk memperoleh data desain dan kesesuaian produk yang telah dikembangkan berupa petunjuk praktikum dengan Kurikulum 2013. Mencakup kesesuaian materi, media, integrasi nilai islam, dan bahasa. Angket validasi akan disetujui oleh validator dan dianalisis dengan penyajian data melalui persentase.

Menurut Akbar 2013 dalam Sunarti 2018 skala penelitian pengembangan untuk analisis data kuantitatif ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 3.1 Kriteria Kelayakan Produk Pengembangan

No.	Presentase (%)	Kategori
1	81-100%	Sangat layak
2	61-80%	Layak
3	41-60%	Kurang layak
4	21-50%	Tidak layak
5	0-20%	Sangat tidak layak

(Ernawati, I., & Sukardiyono, 2017)

Pengembangan petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning materi metabolisme kelas XII SMAN dinyatakan valid secara teoritis ketika presentase kelayakan menunjukkan $\geq 61\%$ (Arikunto, 2013). Kemudian

untuk memperoleh presentase kelayakan produk dapat menggunakan rumus berikut (Sugiyono, 2018) :

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

2. Angket respon guru dan peserta didik terhadap produk

Setelah tahap validasi tim ahli, selanjutnya dilakukan uji coba produk kemudian diberikan angket respon guru dan peserta didik yang bertujuan untuk mengetahui respon guru dan peserta didik mengenai produk petunjuk praktikum yang telah dikembangkan peneliti. Guru dan peserta didik berperan sebagai subjek uji penelitian. Angket berisi pernyataan terbuka, penulisan angket dimulai dari judul, identitas responden, petunjuk pengisian angket dan pernyataan dari peneliti.

Angket respon guru dan peserta didik ini menggunakan skala *Likert* sebagai skala pengukuran. Data yang diperoleh dari angket ini berupa data kuantitatif dan kemudian diolah menggunakan penyajian presentase. Setelah data diolah maka akan mendapatkan presentase kelayakan produk secara teoritis dengan menggunakan perhitungan skor kelayakan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini menghasilkan produk berupa aplikasi android bernama *metabolism*, aplikasi ini merupakan media alternatif pembelajaran biologi berbasis mobile learning materi metabolisme. Materi pembelajaran *metabolism* ini menerapkan pembelajaran dengan pendekatan saintifik. Konten materi pada aplikasi memuat materi (metabolisme, enzim, anabolisme, katabolisme), petunjuk praktikum, lab maya enzim katalase dan fotosintesis, glosarium, dan soal evaluasi serta informasi pengembang. *Metabolism* juga dapat menjadi sumber belajar peserta didik untuk mencapai kompetensi dasar metabolisme. Hasil pruduk sumber belajar ini divalidasi oleh ahli materi, ahli media, ahli metodologi pembelajaran, dan uji respon kelayakan guru biologi, serta peserta didik. Pengembangan sumber belajar memanfaatkan model pengembangan prangkat pembelajaran 4-D (*Define, Design, Develop, dan Dessiminate*).

1. Tahap *Define* (Pendefisiaan)

Tahap define dilaksanakan dengan pendefisian dan penetapan syarat-syarat yang diperlukan dalam pengembangan media pembelajaran. Pada tahap define ada 5 tahap yakni.

a) Analisis Ujung Depan

Analisis ujung depan riset memiliki tujuan guna mencari tahu kekurangan pemanfaatan media pembelajaran biologi ketika tidak memungkinkan melaksanakan praktikum. Untuk mengidentifikasi suatu masalah dilaksanakan metode analisis kebutuhan dengan cara mewawancara guru biologi SMAN 01 Kayen mengenai alternatif media pembelajaran biologi. Hal ini digunakan untuk melakukan analisis kebutuhan terhadap produk yang akan dikembangkan.

Hasil wawancara dengan guru biologi di SMAN 01 pada (Kamis, 16 Desember 2021) diperoleh informasi bahwa pemanfaatan teknologi untuk mendukung pembelajaran belum maksimal digunakan seperti salah satu fasilitas virtual laboratorium yang telah disediakan oleh kemendikbud ataupun virtual laboratorium lainnya yang bisa diakses melalui internet. Guru biologi juga menyampaikan bahwa peserta didik dalam proses pembelajaran belum pernah menggunakan aplikasi media pembelajaran dan virtual laboratorium khususnya materi metabolisme, maka diperlukan sebuah media yang dikembangkan peneliti sebagai pendukung peserta

didik dalam pembelajaran dan bisa menjadi alternatif ketika kondisi laboratorium tidak bisa digunakan atau peserta didik dapat tetap melaksanakan praktikum ketika peserta didik absen kelas dengan media aplikasi yang dikembangkan oleh peneliti. Adapun produk media bisa menjadi sumber pendukung belajar peserta didik kelas XII SMA.

Guru biologi juga menyampaikan bahwa peserta didik dalam proses pembelajaran belum pernah menggunakan aplikasi media pembelajaran dan virtual laboratorium khususnya materi metabolisme, maka diperlukan sebuah media yang dikembangkan peneliti sebagai pendukung peserta didik dalam pembelajaran dan bisa menjadi alternatif ketika kondisi laboratorium tidak bisa digunakan atau peserta didik dapat tetap melaksanakan praktikum ketika peserta didik absen kelas dengan media aplikasi yang dikembangkan oleh peneliti. Adapun produk media bisa menjadi sumber pendukung belajar peserta didik kelas XII SMA.

b) Analisis Peserta Didik

Analisis siswa dijalankan dengan melalui angket kebutuhan peserta didik kelas XII SMAN 01 Kayen. Wawancara kebutuhan siswa memiliki tujuan guna

mencari tahu kebutuhan media pembelajaran yang diperlukan peserta didik.

Hasil analisis angket kebutuhan peserta didik diperoleh informasi bahwa 94 % dari 36 siswa kelas XII IPA 3 belum pernah menggunakan aplikasi pembelajaran yang di dalamnya terdapat virtual laboratorium selain itu peserta didik belum pernah melaksanakan praktikum materi metabolisme di laboratorium. Kemudian peserta didik tertarik dengan media aplikasi berbasis android yang dilengkapi dengan materi, petunjuk praktikum dan praktikum, maka peserta didik memerlukan media aplikasi sebagai sumber pendukung belajar.

c) Analisis Tugas

Analisis tugas menyoroti tugas-tugas utama yang mampu dipahami dan diselesaikan siswa dengan tingkat kompetensi minimum. Memiliki bahan ajar yang bisa dimanfaatkan sebagai alternatif pembelajaran, seperti pada saat pandemi atau untuk mempersiapkan siswa untuk praktikum, sangat penting, sesuai dengan pemeriksaan temuan wawancara dengan siswa tentang kebutuhan mereka, dengan media ini diharapkan peserta didik bisa

mempunyai referensi belajar berbasis mobile learning untuk membantu memahami materi metabolisme.

Aplikasi mobile learning yang dikembangkan sebagai sumber pendukung belajar di desain menggunakan aplikasi *Corel Draw*, *Power point* dan dikembangkan menggunakan aplikasi *Android Studio* sehingga bisa difungsikan dan digunakan pada *smartphone* siswa.

d) Analisis Konsep

Analisi konsep yang dijalankan ialah analisis pada kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) kurikulum 2013. Ciri-ciri utama materi metabolisme ialah (1) memahami dan mengamalkan ajaran moral agama yang dianutnya, (2) bertindak dengan integritas, pengendalian diri, tanggung jawab, dan kasih sayang (gotong royong, toleransi, dan damai), serta santun, tanggap, dan proaktif dalam mencari solusi masalah. isu-isu membangun diri sebagai representasi akurat dari negara dalam komunitas global dan berhubungan dengan lingkungan sosial dan alam. (3) Memahami, mewujudkan, dan menganalisa pengetahuan secara fakta, konseptual, prosdural berdasar minatnya pada ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan pemahaman

tentang kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, sebagai serta mewujudkan pengetahuan prosdural pada bidang studi yang relevan secara khusus sesuai dengan bakat dan minatnya guna menyelesaikan permasalahan. (4) Tumbuhnya apa yang dipelajari siswa di sekolah dan kemampuannya untuk menggunakan prosedur sesuai dengan standar ilmiah terkait dengan pemrosesan, penalaran, dan penyajian dalam ranah nyata dan ranah abstrak.

Selain itu, mendefinisikan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik pada makhluk hidup, menghasilkan laporan tentang temuan eksperimental tentang mekanisme fungsi enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob adalah salah satu keterampilan penting dari bahan metabolisme.

e) Perumusan Tujuan Pembelajaran

Setelah belajar, diharapkan tujuan pembelajaran akan mengubah tingkah laku. Analisis konsep dan analisis tugas, yang dapat diringkas untuk menetapkan bagaimana objek penelitian akan berperilaku, mengarah pada penggunaan kata kerja operasional dalam penciptaan tujuan pembelajaran. Lampiran 24 berisi indikator pencapaian materi.

2. *Design* (Perencanaan)

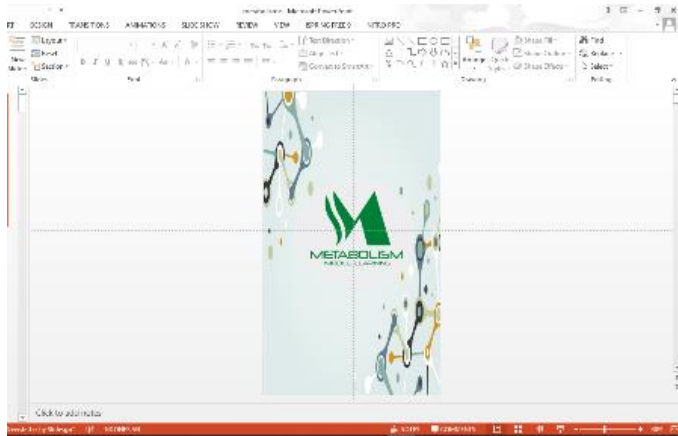
Tahap *design* ini terdiri atas beberapa langkah yakni.

a) Penyusunan Tes Acuan

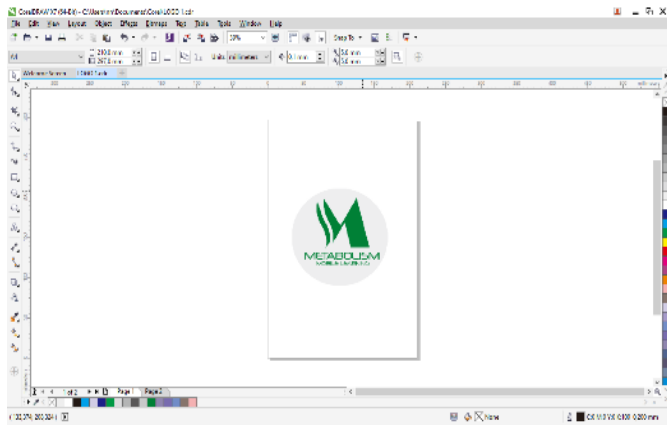
Pembuatan tes referensi telah disesuaikan dengan kebutuhan sumber daya pendidikan yakni instrumen untuk menentukan kelayakan produk mobile learning berbasis Android *Metabolisme*. Kuesioner dengan skala linkert merupakan instrumen yang dimanfaatkan guna menilai kelayakan produk.

b) Pemilihan Media

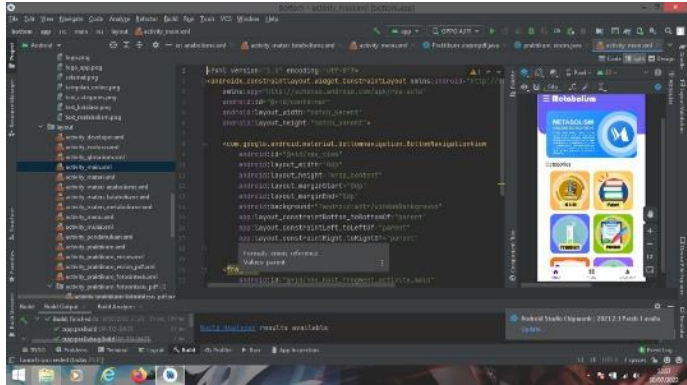
Peneliti merancang media pembelajaran yang bernama *Metabolism* berbasis mobile learning yang didukung dengan materi, video dan petunjuk praktikum, virtual laboratorium, dan evaluasi soal. Aplikasi android dibuat memanfaatkan perangkat lunak *Android Studio*, untuk desain tampilan aplikasi dibuat menggunakan aplikasi *Power Point* dan *Corel Draw x7*. Pembuatan video petunjuk praktikum menggunakan *Du Recorder*. Pembuatan soal evaluasi menggunakan *Google Forms*. Berikut pembuatan gambar pembuatan desain layout produk.



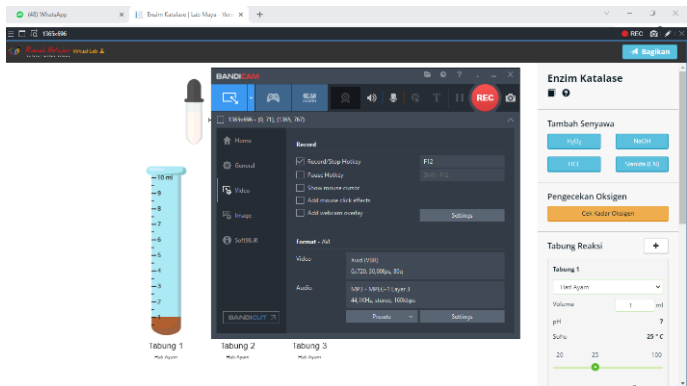
Gambar 4. 1 Pembuatan Desain Layout dengan Power Point



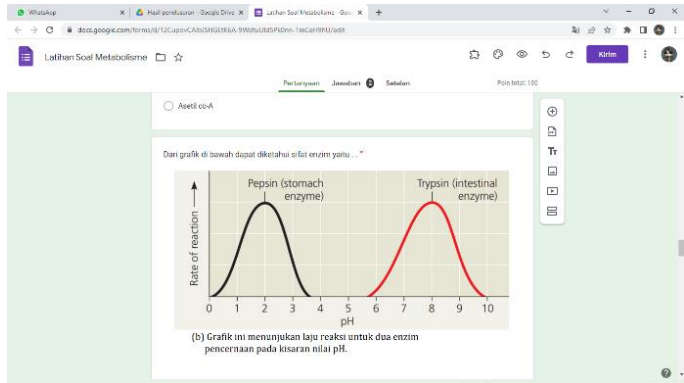
Gambar 4. 2 Pembuatan Desain Layout dengan Corel Draw x7



Gambar 4. 3 Pembuatan Aplikasi dengan Android Studio



Gambar 4. 4 Pembuatan Vidio dengan Du Recorder



Gambar 4. 5 Pembuatan Soal Evaluasi dengan Google Forms

c) Pemilihan Format

Aplikasi *Metabolism* didesain dengan menarik menggunakan *Corel Draw*, *Power Point*, *Microsoft Word*, *Google Form* dan dibuat menggunakan *Android Studio*. Tampilan pertama *metabolism* yaitu *Splash screen*, kedua *Start menu*, kemudian tampilan *Home* berisi *Header*, *Footer* dan daftar menu memuat menu KI dan KD, materi, praktikum, evaluasi, glosarium, referensi, virtual laboratorium, dan developer.

d) Rancangan Awal Produk

Rancangan awal produk merupakan desain dari keseluruhan perangkat media pembelajaran yang wajib dijalankan sebelum uji coba dilakukan (Srikandika, 2019). Rancangan awal produk yang peneliti kembangkan adalah sebagai berikut.

- 1) Menyiapkan referensi dan sumber-sumber materi metabolisme
- 2) Melakukan analisis kurikulum dengan telaah KI dan KD
- 3) Menyusun konsep materi yang akan ditampilkan dalam media pembelajaran metabolisme
- 4) Mendesain objek aplikasi *Metabolism menggunakan Android Studio*, rancangan yang akan ditampilkan dalam metabolisme meliputi
 - a) Rancangan awal tampilan *Splash screen* yang berisi logo dan nama aplikasi *Metabolism*



Gambar 4. 6 Tampilan Splash screen

- b) Rancangan awal tampilan *Start menu* yang berisi logo dan nama aplikasi *Metabolism* serta tombol *start*.



Gambar 4. 7 Tampilan Start Menu

- c) Rancangan awal tampilan Home yang berisi *Page Header* (nama aplikasi dan deskripsi aplikasi), *Page Footer* (v-lab, dan developer) serta daftar menu.



Gambar 4. 8 Tampilan Home

d) Rancangan awal tampilan menu KI dan KD, tampilan berisi kompetensi inti dan kompetensi dasar materi metabolisme.



Gambar 4. 9 Tampilan KI dan KD

e) Rancangan awal tampilan menu materi Menu ini berisi daftar materi yaitu Metabolisme, Anabolisme, dan Katabolisme.



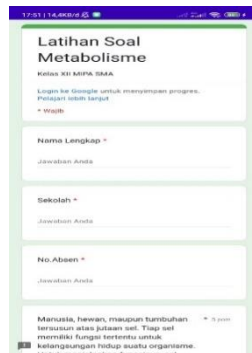
Gambar 4. 10 Tampilan Menu Materi

- f) Rancangan awal menu petunjuk praktikum
- Tampilan petunjuk praktikum berisi petunjuk praktikum berbasis inkuiri enzim katalase dan fotosintesis.



Gambar 4. 11 Tampilan Petunjuk Praktikum

- g) Rancangan awal menu evaluasi
- Tampilan evaluasi berisi soal evaluasi materi metabolisme.



Gambar 4. 12 Tampilan Evaluasi

h) Rancangan awal menu glosarium

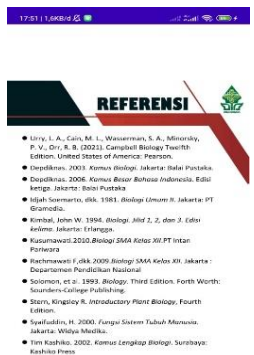
Tampilan glosarium berisi daftar istilah yang dilengkapi dengan definisi.



Gambar 4. 13 Tampilan Glosarium

i) Rancangan awal menu referensi

Tampilan referensi berisi sumber referensi yang dipakai dalam menyusun materi



Gambar 4. 14 Tampilan Referensi

- j) Rancangan awal menu virtual laboratorium
Tampilan ini berisi menu menuju virtual laboratorium enzim katalase dan fotosintesis.



Gambar 4. 15 Tampilan Virtual Laboratorium

- k) Rancangan awal menu *Developer*
Tampilan virtual laboratorium berisi biodata dan sosial media pengembang.



Gambar 4. 16 Tampilan Developer

3. Develop (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan tahap dimana produk pengembangan dihasilkan. Dilakukan dua langkah pada tahapan ini (Srikandika, 2019) :

a. Validasi Ahli

Sesuai dengan spesialisasinya, dosen ahli melakukan langkah validasi. Rekomendasi yang disarankan adalah untuk membantu meningkatkan pembuatan desain dan konten media pembelajaran (Mulyatiningsih, 2016). Langkah ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah produk yang dihasilkan dapat tergolong praktis atau tidak untuk dimanfaatkan sebagai media pembelajaran biologi. Tahap selanjutnya adalah meningkatkan komentar dan kritik ahli. Tiga pakar yakni pakar materi, pakar media, dan pakar metodologi pembelajaran yang memvalidasi aplikasi *Metabolisme*.

Mirtaati Na'ima, M.Sc. dosen Jurusan Biologi UIN Walisongo Semarang menjadi ahli materi yang menjadi validator materi penelitian. Tujuan dari validasi materi adalah untuk menentukan apakah materi yang digunakan dalam aplikasi layak. Selanjutnya apakah aplikasi *Metabolism* dapat menjadi sumber belajar peserta didik untuk mencapai kompetensi dasar materi *metabolisme*.

Nisa Rasyida, M.Pd. dosen Jurusan Biologi UIN Walisongo Semarang, merupakan ahli media yang berperan sebagai validator media dalam penelitian ini. Dengan mengkaji kualitas desain, penggunaan, dan aplikasi suatu produk, validasi media bertujuan untuk Pemanfaatan metabolisme sebagai alat ajar sudah tepat.

b. Uji Coba Pengembangan

1) Uji Ahli Media

Aplikasi *Metabolism* ini diuji oleh Nisa Rasyida, M.Pd dengan mengkaji berbagai aspek seperti desain produk, kualitas produk, dan kemudahan penggunaan aplikasi.

2) Uji Ahli Materi

Aplikasi *Metabolism* diuji oleh Mirtaati Na'ima, M.Sc dengan mengkaji beberapa aspek seperti aspek isi materi, dan kebahasaan yang terdapat dalam aplikasi.

3) Uji Ahli Metodologi Pembelajaran

Aplikasi *Metabolism* diuji oleh Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd dengan mengkaji aspek tujuan pembelajaran dan model pembelajaran inkuiri yang terdapat pada aplikasi pendukung pembelajaran.

4) Tanggapan Respon Guru Biologi

Tanggapan guru biologi dilakukan dengan tujuan mencari tahu kesesuaian aplikasi *Metabolism* untuk materi metabolisme sebagai sumber pendukung belajar peserta didik kelas XII SMAN IPA. Guru biologi akan menganalisa aplikasi berdasarkan aspek isi materi, aspek bahasa, aspek desain aplikasi, aspek penggunaan aplikasi, aspek kualitas produk, aspek kemudahan pengguna, dan petunjuk praktikum.

5) Tanggapan Peserta Didik

Tanggapan peserta didik dilakukan dengan tujuan mengetahui kelayakan produk, produk diujikan kepada 30 responden dengan berbagai aspek diantaranya aspek penyajian, aspek kegrafisan, aspek kegunaan, dan aspek petunjuk praktikum.

4. Disseminate (Penyebaran)

Langkah penyebaran dalam penelitian ini difokuskan pada kelompok atau individu yang menjadi target. Tahap ini bertujuan bertujuan agar produk yang dikembangkan bisa bermanfaat. Tahap penyebaran aplikasi *Metabolism* hanya dilakukan di lingkup dosen ahli materi, dosen ahli media, ahli metodologi pembelajaran, dan guru serta peserta didik SMAN 1 Kayen.

B. Hasil Uji Coba Produk

Aplikasi *Metabolism* berbasis android pada materi metabolisme yang telah diujikan ke ahli materi metabolisme, ahli media, dan ahli metodologi pembelajaran. Berikut tahapan hasil uji coba produk.

1. Uji Ahli Materi

Aplikasi Metabolisme Berbasis Android pada Materi Metabolisme yang telah dievaluasi oleh ahli materi yaitu oleh Mirtaati Na'ima, M.Si., dengan meneliti bagian-bagian isi materi dan komponen kebahasaan aplikasi. Berikut kesimpulan validasi ahli materi.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek yang dievaluasi	Presentase rata-rata	Kriteria
Isi Materi	84,44 %	Sangat Layak
Kebahasaan	71,43 %	Layak
Presentase keseluruhan	77,94 %	Layak

Dari output validasi dari ahli materi pada tabel 4.1 diperoleh rata-rata pada aspek isi materi yaitu 84,44 % kemudian aspek kebahasaan dengan presentase 71,43 % atau jika ditotal presentase rata-rata yaitu 77,94 %. Hal tersebut memperlihatkan bahwa isi materi dan kebahasaan yang ditampilkan pada aplikasi *Metabolism* pada materi metabolisme tergolong valid dan layak dimanfaatkan pada aktivitas pembelajaran biologi.

Ahli materi memberi masukan kritik dan saran pada materi metabolisme terdapat kesalahan penulisan unsur kimia, dan kesalahan ketik.

2. Uji Ahli Media

Aplikasi *Metabolisme* Berbasis Android pada materi yang telah ditempa oleh para profesional media, yaitu Nisa Rasyida, M.Pd sebagai guru besar ahli media, dengan menilai hal-hal seperti desain produk, kualitas produk, dan kegunaan aplikasi. Tujuan dari ujian ahli media adalah untuk menentukan apakah mungkin untuk menawarkan media aplikasi untuk membantu dalam pembelajaran biologi. Ini adalah hasil validasi oleh para profesional media.

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Media

Aspek	Presentase rata-rata	Kriteria
Desain Produk	73,33 %	Layak
Penggunaan Produk	60 %	Layak
Kualitas Produk	66,67 %	Layak
Kemudahan Penggunaan	70 %	Sangat Layak
Presentase keseluruhan	67,50 %	Layak
Presentase keseluruhan	67,50 %	Layak

Berdasarkan hasil validasi oleh dosen ahli media, dari tiap aspek didapat presentase rata-rata yaitu untuk aspek desain produk diperoleh 73,33 %, kemudian aspek penggunaan produk 60 %, selanjutnya aspek kualitas

produk 66,67 % kemudahan penggunaan 70 %, jika dari setiap aspek ditotal rata-rata keseluruhan produk aplikasi *Metabolism* memiliki presentase rata-rata sebesar 67,50 % yang menunjukkan media valid dan layak digunakan untuk mendukung pembelajaran biologi. Ahli media memberikan masukan kritik dan saran desain dalam aplikasi masih terdapat gambar yang memiliki kualitas rendah, penulisan unsur kimia kurang diperhatikan, dan kesalahan dalam pengetikan.

3. Uji Ahli Metodologi Pembelajaran

Aplikasi *Metabolism* berbasis android pada materi metabolisme yang telah diuji oleh ahli materi yaitu Aplikasi *Metabolism* berbasis android yang telah diuji oleh dosen ahli metodologi pembelajaran yaitu Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd selaku dosen ahli metodologi pembelajaran dengan cara mengkaji aspek tujuan pembelajaran dan model pembelajaran inkuiri yang terdapat dalam aplikasi pendukung pembelajar.

Tujuan dari uji ahli metodologi pembelajaran adalah untuk mengetahui kelayakan petunjuk praktikum yang berbasis inkuiri apakah sudah sesuai dengan model pembelajaran inkuiri. Berikut adalah hasil validasi metodologi pembelajaran.

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Metodologi Pembelajaran

Aspek	Presentase rata-rata	Kriteria
Tujuan Pembelajaran	80 %	Layak
Model Pembelajaran Inkuiri	86,67 %	Sangat Layak
Keseluruhan	83,33 %	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi oleh dosen ahli metodologi pembelajaran setiap aspek memiliki presentase yaitu untuk aspek tujuan pembelajaran 80 %, dan aspek model pembelajaran inkuiri 86,67 %, jika ditotal keseluruhan produk ini mempunyai presentase rata-rata 83,33 %. Hal ini menunjukkan kelayakan petunjuk praktikum valid dan sangat layak digunakan untuk mendukung praktikum virtual enzim katalase dan fotosintesis pada aplikasi *Metabolism* sebagai media pendukung pembelajaran biologi materi metabolisme.

4. Uji Lapangan

Pengujian tahap ini melibatkan tanggapan guru dan peserta didik sebagai subjek penelitian. Pada materi metabolisme yang ditawarkan, guru dan siswa diundang untuk mengisi kuesioner penilaian aplikasi *Metabolisme*. Agar siswa kelas XII SMA dapat menggunakan program sebagai alat bantu belajar, sekarang dimaksudkan untuk diuji kelayakannya. Guru biologi akan menggunakan lembar

angket yang telah disediakan peneliti untuk menganalisis aplikasi *Metabolisme* dari berbagai perspektif, antara lain perspektif konten materi, perspektif desain produk, perspektif bahasa, perspektif kualitas produk, perspektif penggunaan produk, perspektif pada instruksi praktis, dan perspektif tentang kegunaan aplikasi. Adapun hasil jawaban dari guru biologi tentang materi aplikasi yang ditunjukkan pada tabel 4.4 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.4 Hasil Tanggapan Guru Biologi

Aspek	Presentase rata-rata	Kriteria
Isi	100 %	Sangat Layak
Kebahasaan	94,29 %	Sangat Layak
Desain Produk	95 %	Sangat Layak
Penggunaan Produk	100 %	Sangat Layak
Kualitas Produk	100 %	Sangat Layak
Kemudahan Pengguna	100 %	Sangat Layak
Kesesuaian Petunjuk Praktikum	100 %	Sangat Layak
Presentase keseluruhan	98,24 %	Sangat Layak

Berdasarkan hasil dari tanggapan guru biologi SMAN 1 Kayen terhadap aplikasi *Metabolism* diperoleh hasil setiap aspek memiliki presentase rata-rata yaitu pada aspek isi 100 %, aspek bahasa 94,29 %, aspek desain 95 %, aspek kualitas produk 100 %, aspek pengguna 100 %, aspek kemudahan 100 % aspek kesesuaian petunjuk praktikum 100 %, jika presentase keseluruhan ditotal maka didapat hasil 98,24 % yang menunjukkan bahwa aplikasi *Metabolism*

pada materi metabolisme dikategorikan valid dan sangat layak digunakan menjadi media pendukung belajar peserta didik kelas XII SMA.

Uji lapangan dilaksanakan pada peserta didik kelas XII SMA 1 Kayen yang terdapat 30 peserta didik. Uji lapangan ini memandang dari aspek penyajian, aspek kegrafisan, aspek kegunaan dan aspek petunjuk praktikum. Hasil dari uji lapangan adalah sebagaimana ditampilkan pada tabel di bawah.

Tabel 4.5 Hasil Uji Lapangan

No	Nama	Skor	%
1	A	59	90,77 %
2	B	55	84,62 %
3	C	60	92,31 %
4	D	63	96,92 %
5	E	58	89,23 %
6	F	56	86,15 %
7	G	56	86,15 %
8	H	53	81,54 %
9	I	59	90,77 %
10	J	63	96,92 %
11	K	57	87,69 %
12	L	55	84,62 %
13	M	47	72,31 %
14	N	59	90,77 %
15	O	48	73,85 %
16	P	53	81,54 %
17	Q	60	92,31 %
18	R	60	92,31 %
19	S	60	92,31 %
20	T	50	76,92 %
21	U	56	86,15 %
22	V	56	86,15 %
23	W	52	80 %
24	X	59	90,77 %
25	Y	56	86,15 %
26	Z	57	87,69 %
27	AA	61	93,85 %
28	AB	57	87,69 %
29	AC	49	75,38 %
30	AD	52	80 %
Nilai rata-rata			86,46 %
Kriteria			Sangat Layak

Berdasarkan temuan evaluasi pada setiap elemen dengan presentase rata-rata menunjukkan kategori sangat

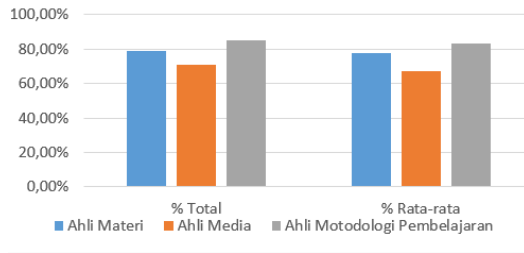
praktis dari temuan uji lapangan. Aspek penyajian mendapatkan nilai rata-rata 87,87%, aspek desain produk mendapatkan nilai rata-rata 87,78%, aspek kegunaan memperoleh nilai rata-rata 83,78%, dan aspek bimbingan praktis memperoleh nilai rata-rata 85%. Ketika persentase setiap siswa diperhitungkan dan rata-rata keseluruhan ujian lapangan adalah 85%, hasilnya adalah 86,46%. Menurut hasil ini produk aplikasi dapat digunakan sebagai alat bantu belajar karena menunjukkan kriteria yang sangat realistis dan dapat diandalkan.

5. Analisis Data

Penelitian ini memanfaatkan metode *research and development* dengan analisis data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari hasil respon tanggapan para ahli diantaranya dosen ahli media, dosen ahli materi, dosen ahli metodologi pembelajaran, guru biologi dan peserta didik. Hasil nilai kelayakan media berdasarkan perolehan penilaian ahli materi 77,94 %, ahli media 67,50 %, dan ahli metodologi pembelajaran 83,33 %. Sedangkan nilai respon ditentukan oleh perolehan dari guru biologi dan peserta didik dengan hasil respon guru 98,47 % dan peserta didik 86,11 %.

Gambar 4.17 Skema Hasil Uji Ahli Materi, Ahli Media, dan Ahli Metodologi Pembelajaran

Hasil akumulasi penilaian ahli sebagai berikut..



Tabel 4.6 Akumulasi Validator Ahli

No	Validator	Hasil (%)	Kriteria
1	Ahli Materi	77,94	Layak
2	Ahli Media	67,50	Layak
3	Ahli Metodologi Pembelajaran	83,33	Sangat Layak
Hasil Akumulasi		76 %	Layak

Berdasarkan hasil akumulasi validator ahli bisa ditarik kesimpulan bahwa media aplikasi *Metabolism* bisa dilaksanakan ke tahap uji lapangan.

Hasil akumulasi penilaian responden tersaji pada table dibawah ini.

Tabel 4.7 Akumulasi Responden

No	Validator	Hasil (%)	Kriteria
1	Guru	98,47	Sangat Layak
2	Peserta didik	86,11	Sangat Layak
Hasil Akumulasi		92	Sangat Layak


Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa media aplikasi *Metabolism* sangat layak dan valid menjadi media pendukung pembelajaran biologi materi metabolisme untuk peserta didik kelas XII SMA.

C. Revisi Produk





Media aplikasi *Metabolism* berbasis mobile learning yang dikembangkan dengan beberapa tahap validasi, yakni validasi ahli materi, validasi ahli media, validasi ahli metodologi pembelajaran biologi terdapat beberapa bagian yang wajib direvisi, untuk perbedaan sebelum dan sesudah direvisi adalah sebagian berikut.

1. Ahli Materi

Tabel 4.8 Revisi Penulisan Ahli Materi


Sebelum	Sesudah
<p>a. Reaksi Terang</p> <p>Tahap pertama reaksi terang, energi matahari ditangkap oleh pigmen penyerap cahaya dan diubah menjadi bentuk energi kimia, ATP, dan senyawa perantara NADPH. Proses ini disebut tahap reaksi terang. Aliran biologis dari molekul H₂O dipakai untuk merelease NADPH menjadi NADP⁺ dan O₂ dihasilkan sebagai hasil samping reaksi fotosintesis. Reaksi ini juga dirangsangkan dengan reaksi endergonik, memecahkan ATP dari ADP + P_i.</p> <p>Pembentukan ATP dari ADP + P_i menggunakan suatu mekanisme perantara energi matahari yang disebut kemotransfer elektron menjadi bentuk energi kimia. Proses ini disebut berfotosintesis atau fotofosforilasi. Reaksi terang yang terjadi di granum, energi cahaya memacu pelepasan elektron dari fotosistem II, dalam molekul klorofil. Fotosistem adalah tempat berkoordinasinya ribonukleotida, pigmen fotosensitif. Aliran elektron melalui sistem transfer menghasilkan ATP dan NADPH.</p> <p>ATP dan NADPH dapat berakumulasi dalam jumlah yang signifikan, yaitu elektron mengalir dari molekul air, kemudian melalui fotosistem II dan fotosistem I. Elektron dan ion hidrogen akan memutarikan NADP⁺ dan ATP. Oksigen yang dihasilkan berguna untuk respirasi aerobik. Pusat reaksi pada fotosistem I mengandung klorofil a, disebut sebagai P700, karena dapat menyerap foton terbaik pada panjang gelombang 700 nm. Pusat reaksi pada fotosistem II mengandung klorofil a yang disebut sebagai P680, karena dapat menyerap lebih banyak foton pada panjang gelombang 680 nm.</p>	 <p>a. Reaksi Terang</p> <p>Tahap pertama reaksi terang, energi matahari ditangkap oleh pigmen penyerap cahaya dan diubah menjadi bentuk energi kimia, ATP, dan senyawa perantara NADPH. Proses ini disebut tahap reaksi terang. Aliran biologis dari molekul H₂O dipakai untuk merelease NADPH menjadi NADP⁺ dan O₂ dihasilkan sebagai hasil samping reaksi fotosintesis. Reaksi ini juga dirangsangkan dengan reaksi endergonik, memecahkan ATP dari ADP + P_i.</p> <p>Pembentukan ATP dari ADP + P_i menggunakan suatu mekanisme perantara energi matahari yang disebut kemotransfer elektron menjadi bentuk energi kimia. Proses ini disebut berfotosintesis atau fotofosforilasi. Reaksi terang yang terjadi di granum, energi cahaya memacu pelepasan elektron dari fotosistem II, dalam molekul klorofil. Fotosistem adalah tempat berkoordinasinya ribonukleotida, pigmen fotosensitif. Aliran elektron melalui sistem transfer menghasilkan ATP dan NADPH.</p> <p>ATP dan NADPH dapat berakumulasi dalam jumlah yang signifikan, yaitu elektron mengalir dari molekul air, kemudian melalui fotosistem II dan fotosistem I. Elektron dan ion hidrogen akan memutarikan NADP⁺ dan ATP. Oksigen yang dihasilkan berguna untuk respirasi aerobik. Pusat reaksi pada fotosistem I mengandung klorofil a, disebut sebagai P700, karena dapat menyerap foton terbaik pada panjang gelombang 700 nm. Pusat reaksi pada fotosistem II mengandung klorofil a yang disebut sebagai P680, karena dapat menyerap lebih banyak foton pada panjang gelombang 680 nm.</p>
<p>Revisi Kepenulisan Unsur Kimia</p>	

Tabel 4.9 Revisi perolehan ATP


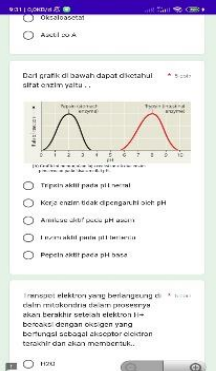
Sebelum	Sesudah
<p>4. Proses Oksidasi</p> <p>Reaksi oksidasi terjadi di mitokondria dalam bentuk rantai elektron dan O₂ teroksidasi menjadi air yang melibatkan energi yang dihasilkan dari oksidasi NADH. ATP yang dihasilkan pada tahap ini adalah 32 ATP. Perhitungan jumlah ATP tersebut di bawah ini.</p>  <p>Adalah 32 ATP dihasilkan Sumber: (2017)</p> <p>Jika hasil akhir proses ini adalah 32 ATP, maka 10 ATP yang dihasilkan di mitokondria ini adalah 10 ATP yang dihasilkan dari hasil akhir, pada akhirnya menjadi 42 ATP. Pada proses ini, pada akhirnya menjadi 42 ATP. Pada proses ini, pada akhirnya menjadi 42 ATP.</p>  <p>Adalah 42 ATP dihasilkan Sumber: (2017)</p>	<p>4. Proses Oksidasi</p> <p>Reaksi oksidasi terjadi di mitokondria dalam bentuk rantai elektron dan O₂ teroksidasi menjadi air yang melibatkan energi yang dihasilkan dari oksidasi NADH. ATP yang dihasilkan pada tahap ini adalah 32 ATP. Perhitungan jumlah ATP tersebut di bawah ini.</p>  <p>Adalah 32 ATP dihasilkan Sumber: (2017)</p> <p>Jika hasil akhir proses ini adalah 32 ATP, maka 10 ATP yang dihasilkan di mitokondria ini adalah 10 ATP yang dihasilkan dari hasil akhir, pada akhirnya menjadi 42 ATP. Pada proses ini, pada akhirnya menjadi 42 ATP.</p>  <p>Adalah 42 ATP dihasilkan Sumber: (2017)</p>
Revisi perolehan jumlah ATP	

2. Ahli Media

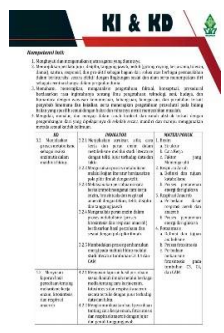

Tabel 4.10 Revisi Tanda Baca Ahli Media

Sebelum	Sesudah
<p>a. Respi Terang</p> <p>Tahap pertama reaksi terang energi matahari ditangkap oleh pigmen penyerap cahaya dan diubah menjadi bentuk energi kimia, ATP, dan senyawa perantara NADPH. Proses ini disebut tahap reaksi terang, dan hidrogen dari molekul H₂O dioksidasi untuk membentuk NADP+ menjadi NADPH, dan O₂ dioksidasi sebagai hasil samping reaksi fotosintesis. Reaksi ini juga dirangsang dengan reaksi endergonik, membentuk ATP dari ADP + Pi.</p> <p>Pembentukan ATP dari ADP + Pi merupakan suatu mekanisme pertangkapan energi matahari yang disebut kemotransfer elektron. Energi kimia fotosintesis ini disebut berfotosintesis atau fotosintesis. Reaksi terang yang terjadi di grana, energi cahaya memompa elektron dari fotosintesis di dalam membran tilakoid. Fotosintesis adalah tempat berkompleks reaksi molekul pigmen fotosintesis. Aliran elektron melalui sistem transpor menghasilkan ATP dan NADPH.</p> <p>ATP dan NADPH dapat berfotosintesis melalui jalur non siklik, pada elektron mengorbankan dari molekul air, bertransfer melalui fotosistem II dan fotosistem I. Sistem dari dua hidrogen akan membentuk NADPH dan ATP. Oksigen yang dihasilkan berguna untuk respirasi aerob. Pusat reaksi pada fotosistem I mengandung klorofil a, disebut sebagai P700, karena dapat menyerap foton terbaik pada panjang gelombang 700 nm. Pusat reaksi pada fotosistem II mengandung klorofil a yang disebut sebagai P680, karena dapat menyerap foton terbaik pada panjang gelombang 680 nm.</p>	<p>a. Respi Terang</p> <p>Tahap pertama reaksi terang energi matahari ditangkap oleh pigmen penyerap cahaya dan diubah menjadi bentuk energi kimia, ATP, dan senyawa perantara NADPH. Proses ini disebut tahap reaksi terang, dan hidrogen dari molekul H₂O dioksidasi untuk membentuk NADP+ menjadi NADPH, dan O₂ dioksidasi sebagai hasil samping reaksi fotosintesis. Reaksi ini juga dirangsang dengan reaksi endergonik, membentuk ATP dari ADP + Pi.</p> <p>Pembentukan ATP dari ADP + Pi merupakan suatu mekanisme pertangkapan energi matahari yang disebut kemotransfer elektron. Energi kimia fotosintesis ini disebut berfotosintesis atau fotosintesis. Reaksi terang yang terjadi di grana, energi cahaya memompa elektron dari fotosintesis di dalam membran tilakoid. Fotosintesis adalah tempat berkompleks reaksi molekul pigmen fotosintesis. Aliran elektron melalui sistem transpor menghasilkan ATP dan NADPH.</p> <p>ATP dan NADPH dapat berfotosintesis melalui jalur non siklik, pada elektron mengorbankan dari molekul air, bertransfer melalui fotosistem II dan fotosistem I. Sistem dari dua hidrogen akan membentuk NADPH dan ATP. Oksigen yang dihasilkan berguna untuk respirasi aerob. Pusat reaksi pada fotosistem I mengandung klorofil a, disebut sebagai P700, karena dapat menyerap foton terbaik pada panjang gelombang 700 nm. Pusat reaksi pada fotosistem II mengandung klorofil a yang disebut sebagai P680, karena dapat menyerap foton terbaik pada panjang gelombang 680 nm.</p> 
Revisi kepenulisan tanda baca	



Tabel 4.11 Revisi Soal Ahli Media

Sebelum	Sesudah
	
<p>Mengganti gambar yang lebih jelas</p>	

Tabel 4.12 Revisi KI dan KD Ahli Media


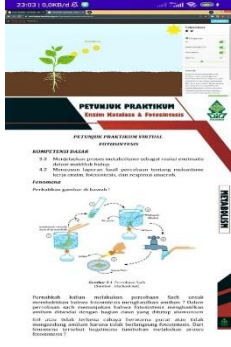
Sebelum	Sesudah
	
<p>Merapikan desain tabel KI dan KD</p>	

Tabel 4.13 Revisi Gambar pada materi katabolisme

Sebelum	Sesudah
	
<p>Mengganti gambar kloroplas yang kurang jelas</p>	

3. Ahli Metodologi Pembelajaran

Tabel 4.14 Revisi Tahapan Inkuiri Petunjuk Praktikum Fotosintesis

Sebelum	Sesudah
	
<p>Revisi tahapan petunjuk praktikum berbasis inkuiri</p>	

Tabel 4.16 Tahapan Validasi

No	Ahli	Aspek Penilaian	Kriteria
1	Ahli Materi	Aspek Isi, Aspek Bahasa	Layak
2	Ahli Media	Aspek Desain Produk, Penggunaan Produk, Kualitas Produk, Kemudahan Penggunaan	Layak
3	Ahli Metodologi Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran, Model Pembelajaran Inkuiri	Sangat Layak
4	Tanggapan Guru Biologi	Aspek isi, bahasa, desain, penggunaan, kualitas produk, dan kemudahan pengguna serta petunjuk praktikum	Sangat Layak
5	Tanggapan Peserta Didik	Aspek penyajian, aspek grafis dan aspek kegunaan	Sangat Layak

Hasil validasi materi yang mencakup beberapa aspek seperti Isi materi, dan aspek bahasa didapat hasil 77,94 % dengan kriteria (Layak). Hasil penilaian dalam aspek isi materi dapat diketahui bahwa konsep dan cakupan materi sesuai dengan kompetensi dasar materi metabolisme. Kemudian gambar yang terdapat di dalam produk membantu dalam memperjelas materi. Hal ini juga disampaikan Elfariyanti (2016) dalam Rio (2017) bahwa materi yang disertai dengan bantuan gambar, latihan soal dan lainnya, memudahkan peserta didik dalam memahami konsep materi.

Hasil validasi media yang mencakup beberapa aspek seperti aspek desain, aspek penggunaan, aspek kualitas, dan

aspek kemudahan pengguna didapat hasil 67,50 % dengan kriteria (Layak). Hasil penilaian dalam aspek penggunaan produk dan kemudahan pengguna dapat diketahui bahwa produk memiliki kemampuan yang dapat menarik perhatian peserta didik dalam pembelajaran dan kemudahan dalam penggunaan aplikasi berkategori baik. Hal ini juga disampaikan Rohinah (2015) bahwa kemudahan ketika mengakses media aplikasi mengakibatkan peserta didik menjadi tertarik untuk belajar materi yang diberikan.

Hasil validasi metodologi pembelajaran yang terdiri dari berbagai aspek yaitu aspek tujuan pembelajaran dan model pembelajaran inkuiri. Menurut Hussain (2011) Proses investigasi dimulai dengan mempelajari fenomena, mengembangkan pernyataan fokus, mengorganisasikan dan melaksanakan studi, mengevaluasi data, mengumpulkan informasi baru, dan menyebarkan informasi tersebut. Adapun hasil penilaian model pembelajaran inkuiri diperoleh hasil 83,33 % dengan kriteria (Sangat Layak). Hasil penilaian aspek model pembelajaran menunjukkan bahwa tahapan petunjuk praktikum sudah sesuai dengan teori tahapan inkuiri.

Hasil validasi guru biologi merupakan gabungan tiap aspek dari validasi sebelumnya, hasil validasi guru diperoleh hasil 98,24 % dengan kriteria (Sangat Layak). Hasil penilaian aspek isi materi memiliki kategori sangat baik dan sesuai

dengan kompetensi dasar, sedangkan aspek penggunaan produk mencakup kemampuan produk sebagai media dan sumber belajar peserta didik serta keefektifan dan efisiensi aplikasi berkategori sangat layak. Seperti yang disampaikan Fernandes (2020) bahwa pengembangan laboratorium virtual mobile merupakan implementasi dari bentuk pembelajaran ke dalam pengguna teknologi. Salah satu peluang pembaruan kurikulum bagi pengajar sains adalah dengan menggunakan teknologi digital. Hal ini memungkinkan instruktur untuk mendapatkan pengetahuan dan keahlian dalam teknologi. kapasitas untuk menjadi praktisi metode yang terampil serta profesionalisme di kelas.

Hasil tanggapan peserta didik mencakup beberapa aspek diantaranya aspek penyajian, aspek kegrafisan, aspek kegunaan dan aspek petunjuk praktikum didapat hasil 86,46 % dengan kriteria (Sangat Layak). Hasil penilaian aspek kegunaan produk dan petunjuk praktikum menunjukkan bahwa media dapat membantu siswa untuk belajar secara mandiri dan aktif, sedangkan petunjuk praktikum memudahkan siswa memahami materi dan melakukan praktikum. Hal ini juga disampaikan oleh Lesmono, (2012) menyatakan bahwa petunjuk praktikum berbasis laboratorium virtual fisika meningkatkan kemampuan mengamati, menginterpretasikan hasil, merumuskan hasil

dan kesimpulan berkategori baik setelah menggunakan petunjuk praktikum fisika berbasis virtual.

Karakteristik ponsel pintar sebagai media pendukung pembelajaran atau disebut dengan mobile learning memiliki fleksibilitas dalam penggunaannya (Wirawan, 2011). Mobile learning sebagai pelengkap pendukung pembelajaran memudahkan peserta didik atau pengguna dapat mengakses materi, informasi, dan arahan yang berkaitan dengan kegiatan pembelajaran kapanpun dan dimanapun. Sehingga dapat melatih peserta didik belajar secara mandiri (Arief, 2014).

Adapun kajian penelitian yang relevan terhadap pengembangan perangkat ponsel pintar sebagai pendukung dalam pembelajaran yaitu Iskandar & Manikowati (2018) yang membahas virtual laboratorium sebagai pembelajaran praktikum siswa SMA. Lesmono *et al.*, (2012) membahas pengembangan petunjuk praktikum fisika berbasis virtual laboratorium. Suparwoto (2017) menjelaskan pembuatan laboratorium virtual untuk praktikum elektronika digital dengan memanfaatkan online meeting tools dan breadboard simulator. Swandi *et al.*, (2015) menjelaskan penggunaan laboratorium virtual dalam pendidikan untuk menghilangkan kesalahpahaman umum tentang konten fisika.

Hasil pengembangan petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning materi metabolisme

dan kajian yang relevan dapat diketahui bahwa media aplikasi berbasis mobile learning dapat menjadi sumber pendukung atau alternatif pembelajaran peserta didik. Media pendukung pembelajaran ini adalah sebuah aplikasi berbasis mobile learning yang telah melalui tahap uji coba aplikasi dan diperoleh hasil bahwa aplikasi ini memiliki kelebihan dan kekurangan.

1. Deskripsi Produk Akhir

Hasil produk akhir dari penelitian ini bernama *Metabolism* adalah media pembelajaran berbentuk aplikasi yang dapat dijalankan di perangkat *smartphone* yang dapat digunakan secara *online* dan *offline*. Untuk menggunakan menu materi dan video dan petunjuk praktikum bisa secara offline sehingga dapat digunakan dimana saja tanpa terkendala koneksi. Sedangkan praktikum virtual harus terhubung dengan koneksi internet.

Untuk memasang aplikasi *Metabolism*, peserta didik dibagikan link *google drive* untuk mengunduh dan memasang aplikasi secara mandiri di android. Terdapat berbagai menu dalam aplikasi yaitu menu KI dan KD berisi kompetensi inti dan kompetensi dasar materi metabolisme. Kemudian menu materi berisi materi sesuai kompetensi dasar mencakup metabolisme, anabolisme, dan

katabolisme. Selanjutnya menu praktikum berisi petunjuk praktikum virtual laboratorium fotosintesis dan enzim katalase sesuai tahapan inkuiri.

Menu selanjutnya yaitu evaluasi yang berisi duapuluh soal tentang metabolisme sebagai latihan soal peserta didik. Adapun menu glosarium berisi daftar istilah yang penting yang tersusun secara alfabet dan di lengkapi dengan definisinya. Kemudian di bagian bawah atau footer terdapat menu home, virtual lab, dan developer. Menu home berfungsi untuk kembali ke menu utama. Menu virtual lab berisi virtual laboratorium fotosintesis dan enzim katalase dari rumah belajar kemendikbud yang di hiperlink ke aplikasi *Metabolism*. Menu terakhir developer berisi biodata pengembang produk.

Berikut adalah tampilan hasil produk akhir yang telah divalidasi oleh ahli dan diujikan ke guru dan peserta didik :



Gambar 4.18 Tampilan Akhir *Start Page*



Gambar 4.19 Tampilan Akhir Start Menu



Gambar 4.20 Tampilan Akhir Menu



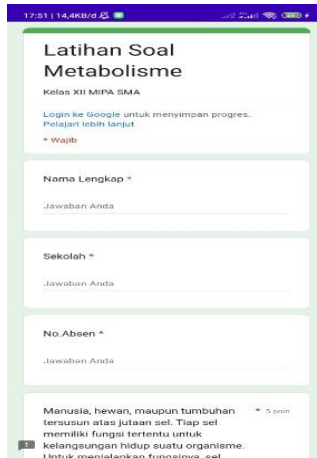
Gambar 4.21 Tampilan Akhir KI dan KD



Gambar 4.22 Tampilan Akhir Menu Materi



Gambar 4.23 Tampilan Akhir Petunjuk Praktikum



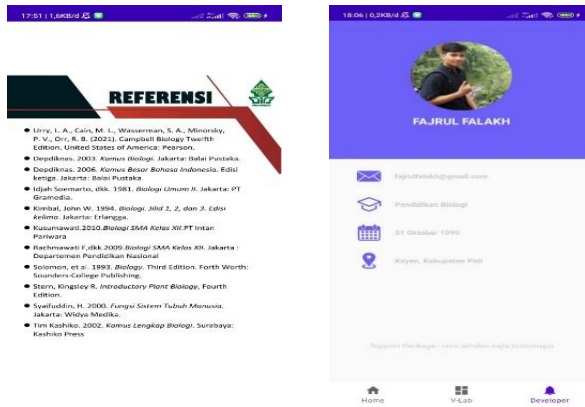
Gambar 4.24 Tampilan Akhir Evaluasi Soal



Gambar 4.25 Tampilan Akhir Glosarium



Gambar 4.26 Tampilan Akhir Referensi



Gambar 4.27 Tampilan Akhir Referensi dan Developer

2. Prosedur Penggunaan

- a. Unduh aplikasi media melalui link berikut
(<https://bit.ly/Metabolismnew>)



Gambar 4.28 Qr-code Instal Aplikasi

- b. Ketika proses instal aplikasi sudah selesai, pengguna dapat menggunakan media aplikasi *Metabolism*.

3. Kelebihan Produk

Berdasarkan hasil uji coba dan analisis hasil uji coba dapat diketahui kelebihan yang dimiliki oleh aplikasi diantaranya yaitu :

- a. Pengguna merasakan kemudahan menggunakan aplikasi media ini.
- b. Pengguna merasakan produk media menarik karena dilengkapi gambar dan video yang bisa dilihat secara offline.
- c. Pengguna menyukai desain dari aplikasi media ini.
- d. Pengguna merasakan kecepatan loading yang cepat.

- e. Pengguna merasakan cakupan materi sesuai dengan KI dan KD materi metabolisme.
- f. Pengguna merasakan petunjuk sesuai KI dan KD dan memudahkan pengguna memahami dan melakukan praktikum virtual.

4. Kekurangan Produk

Adapun kekurangan dari media aplikasi yang dikembangkan, peneliti menyadari ada beberapa kekurangan, diantaranya yaitu.

- a. Aplikasi media tidak berasal dari *Play Store* sehingga pengguna dalam proses pengunduhan menggunakan link yang dibagikan oleh peneliti.
- b. Aplikasi media belum tersedia untuk pengguna operasi IOS.
- c. Ukuran file media aplikasi terlalu besar yaitu 49,95 mb, dikarenakan terdapat video *database*.
- d. Untuk menu virtual lab yang menuju ke virtual lab dari kemendikbud memerlukan koneksi internet.

E. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam pengembangan petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning materi metabolisme mencakup beberapa hal, diantaranya yaitu :

1. Tahap penelitian ini hanya sampai disseminasi atau penyebaran tidak sampai tahap uji efektivitas produk, hal ini dikarenakan keterbatasan penelitian.
2. Materi dalam aplikasi *Metabolism* hanya terbatas pada satu kompetensi dasar yaitu KD 3.2 materi metabolisme kelas XII SMA.
3. Media yang dikembangkan peneliti masih membutuhkan koneksi internet untuk menuju dan melakukan virtual laboratorium.
4. Petunjuk praktikum yang dikembangkan peneliti hanya terbatas dua virtual laboratorium.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan tentang Produk

Simpulan hasil dalam penelitian pengembangan petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis *mobile learning* yang diberi nama *Metabolism* sebagai media pendukung pembelajaran yaitu :

1. Penelitian pengembangan petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis *mobile learning* materi metabolisme dikembangkan dengan model penelitian 4D. Karakteristik produk yang dikembangkan terdiri dari beberapa menu diantaranya, menu materi pada aplikasi memuat materi (metabolisme, enzim, anabolisme, katabolisme), petunjuk praktikum, lab maya enzim katalase dan fotosintesis, glosarium, dan soal evaluasi serta informasi pengembang. Data berbasis android dan dapat diakses secara offline dan untuk praktikum harus terhubung dengan internet.
2. Produk aplikasi media layak dimanfaatkan, kriteria kelayakan berdasarkan pada hasil penilaian validator diantaranya oleh ahli materi, ahli media, ahli metodologi pembelajaran. Hasil nilai kelayakan media berdasarkan perolehan penilaian ahli materi

77,94 % dalam kategori layak, ahli media 67,50 % dalam kategori layak ,dan ahli metodologi pembelajaran 83,33 % dalam kategori sangat layak. Hal ini memperlihatkan produk media petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning dalam pembelajaran biologi materi metabolisme kategori layak untuk diujikan ke tahap berikutnya.

3. Selanjutnya kriteria kelayakan didasarkan hasil tanggapan guru dan peserta didik. Hasil perolehan respon guru 98,24 % dalam kategori sangat layak dan hasil dari peserta didik 86,46 % dalam kategori sangat layak. Output ini memperlihatkan bahwa produk bisa dimanfaatkan sebagai pendukung pembelajaran dikarenakan menunjukkan kriteria sangat layak dan valid.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Berdasarkan hasil pengembangan dan hasil penelitian ini,saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Media aplikasi *Metabolism* berbasis mobile learning materi metabolisme yang telah dikembangkan diharapkan untuk kedepannya bisa diuji efektivitasnya

2. Media aplikasi *Metabolism* berbasis mobile learning materi metabolisme yang telah dikembangkan bisa menambahkan KD materi lain
3. Media aplikasi *Metabolism* berbasis mobile learning materi metabolisme yang telah dikembangkan bisa dimanfaatkan sebagai referensi pendukung belajar peserta didik, tetapi bukan sebagai media utama belajar.

C. Desminate dan Pengembangan Produk

Desminasi dan pengembang produk selanjutnya pada pengembangan media aplikasi ini adalah mengembangkan aplikasi dan menyempurnakan agar bisa lolos verifikasi *Google Playstore* supaya lebih mudah dalam proses pengunduhannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, W. C. 2015. *Pengembangan Virtual Laboratorium pada Pokok Bahasan Sistem Ekresi dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Kelas XI SMA Negeri 2 Bondowoso*. <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/65672/AinulLatifah-101810401034.pdf?sequence=1>
- Aka, K. A.2020. *Model-Model Pengembangan Bahan Ajar (ADDIE, ASSURE, Hannafin dan Peck, Gagne and Briggs serta Dick and Carry), Borg and Gall, 4D*.
- Apolita, F. 2018. *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Laboratorium Virtual Menggunakan Macromedia Flash pada Praktikum Reaksi Alkali Tanah Di Kelas XII SMA*.
- Arief, S.2014. *Media Pendidikan. Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Rajawali Pers.
- Arikunto.2013. *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik*. Rieneka Cipta.
- Asandhimitra, D.2004. *Pendidikan Jarak Jauh*. Pusat Penerbitan Universitas Terbuka.
- Astuti, P., & Febrian, F.2019. Blended Learning Syarah: Bagaimana Penerapan dan Persepsi Mahasiswa. *Jurnal Gantang*,4(2),111–119.
<https://doi.org/10.31629/jg.v4i2.1560>
- Boden, G., Scapa, E. F., Kanno, K., Cohen, D. E., Brosnan, M. E., Brosnan, J. T., Pessayre, D., Roy-Chowdhury, N., Lu, Y., Roy-Chowdhury, J., Jansen, P. L. M., Faber, K. N., Häussinger, D., Lingappa, V. R., Fernández-Checa, J. C., García-Ruiz, C., Puy, H., Deybach, J. C., Okuno, M., ... Stedman,C.A.M.2018.
Metabolisfile:///C:/Users/ASUS/Documents/KULIAH/B UKU/Guyton_and_Hall_Textbook_of_Medical_Physiology_13e.pdfm. *Textbook of Hepatology: From Basic Science to Clinical Practice, Third Edition, 1302006190, 129–249*.

- Ernawati, I., & Sukardiyono, T.2017.*Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif pada Mata Pelajaran Adminidtrasi Server. Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education).*
- Falah, M.2018. *Pengembangan Modul Pembelajaran Lintas Minat Biologi Berbasis Kearifan Lokal Jawa Menggunakan Model Quantum Learning (QL) pada Materi Ekosistem di SMA Negeri 13 Semarang (UIN Walisongo Semarang).*
- Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M., & Ferreira, C. A. (2020). Professional Development and Use of Digital Technologies by Science Teachers: a Review of Theoretical Frameworks. *Research in Sains Education, 50(2), 673–708.*
- Handayani, R. D. 2015. Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Berbasis Mobile Learning Pada Perkuliahan Gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, 11(1), 1–7.*
- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S.2017. Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan), 2(2),186.*
<https://doi.org/10.30870/educemia.v2i2.1608>
- Hussain, D. 2011. Physics teaching methods scientific. Inquiry vs traditional lecture. *International Journal of Humanities and Social Science, 1(19), 269–279.*
- Iskandar, D., & Manikowati.2018. Pengembangan Mobile Virtual Laboratorium Untuk Pembelajaran Development of Mobile Virtual Laboratorium for Experimental Learning. *Jurnal Teknologi Pendidikan, 06(01), 23–42.*
<https://media.neliti.com/media/publications/286884-pengembangan-model-mobile-virtual-labora-d5420fa3.pdf>
- KEMENAG RI.2013. Makanan dan Minuman dalam Perspktif Al-Quran dan Sains. In *Pengantar Kesehatan Lingkungan.*

- Lase, D.2019. Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0. *SUNDERMANN: Jurnal Ilmiah Teologi, Pendidikan, Sains, Humaniora,dan Kebudayaan*,12(2),28–43. <https://doi.org/10.36588/sundermann.v1i1.18>
- Lesmono,A.D.,S.F.,& Wahyuni, S.2012.Pengembangan Petunjuk Praktikum Fisika Berbasis Laboratorium Virtual (Virtual Laboratory) Pada Pembelajaran Fisika di SMP/MTs. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(3), 272–277.
- Majid, A.2016. Mobile Learning. *Penerapan Teknologi Dalam Pendidikan*, 8, 92–95.
- Mulyatiningsih, E.2016. *Pengembangan Model Pembelajaran*.
- Puspita, R., & Yamin, M.2008. Sistem Informasi Aplikasi Virtual Lab. *Proceeding, Seminar Ilmiah Nasional Komputer Dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2008)*, Kommit, 190–198.
- Rio, B. P.2017.Pengembangan Media Pembelajaran Mobile Learning Berbasis Android Sebagai Suplemen Pembelajaran Fisika SMA Pada Materi Usaha Dan Energi. *Pembelajaran Fisika*, 5, 4.
- Rohinah.2015. Pengembangan Aplikasi Bahan Ajar Pendidikan Agama Islam Berbasis Android di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Anak*, 1, 2.
- Sartini. 2013. Sang pencerah. *Jurnal Ilmiah*, 7(3), 71–84.
- Simatupang. (2017). Metode Penelitian. *Empirints.uny.ac.id*.
- Srikandika.2019. *Analisis Model Pengembangan Bahan Ajar (4D, ADDIE, ASSURE, Hannafin and Peck)*.
- Suberata, I. W.2011. Metabolisme mikroba. *Simdos Universitas Udayana*,1–27. https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_dir/5cc3d82df3e9ca2e3cda7d70d219adc9.pdf
- Sugiyono.2018.*Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan*

Kuantitatif, Kualitatif dan R&D (Alfabeta (ed.)).

- Suparwoto.2017. Pertemuan Ilmiah XXVI Himpunan Fisika Indonesia Jateng & Diy. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV Himpunan Fisika Indonesia Jateng-DIY 2011, April, 19–23.*
- Swandi, A., Nurul Hidayah, S., & Irsan, L. J.2015. Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual untuk Mengatasi Miskonsepsi Pada Materi Fisika Inti di SMAN 1 Binamu, Jeneponto (Halaman 20 s.d. 24). *Jurnal Fisika Indonesia,18(52),20–24.*
<https://doi.org/10.22146/jfi.24399>
- Syahrizal, D.2020. *Metabolisme dan Bioenergetika*. Syiah Kuala University Press.
- Thiagarajan, S., Semmel DS, S. M.1976.Instructional development for training teachers of exceptional children. *A Sourcebook. J Sch Psychol.*
- Toffler, A.1980. *Gelombang Ketiga*. Pantja Simpati.
- Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Bumi Aksara.
- Warsita, B.2018. Mobile Learning Sebagai Model Pembelajaran Yang Efektif Dan Inovatif. *Jurnal Teknodik, XIV(1), 062–073.* <https://doi.org/10.32550/teknodik.v14i1.452>
- Wijaya, E. Y., Dwi Agus Sudjimat, & Amat Nyoto.2016. Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global. *JurnalPendidikan,1,263–278.*
[http://repository.unikama.ac.id/840/32/263-278.](http://repository.unikama.ac.id/840/32/263-278)
- Wirawan, I. M. A. dan R. I. G.2011.Pengembangan Desain Pembelajaran Mobile Learning Management System pada Materi Pengenalan Komponen Jaringan. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan, 5(3), 314–324.*

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kisi-kisi wawancara Guru Biologi

Kisi-Kisi Pedoman Wawancara dengan Guru Biologi

Indikator dan Tujuan	Pertanyaan
Mengetahui media pembelajaran	1. Media apa saja yang pernah digunakan selama pembelajaran biologi ?
	2. Media apa saja yang sering digunakan ketika pembelajaran biologi ?
	3. Apakah guru pernah mengajar dengan media berbasis mobile learning (menggunakan android) ?
Mengetahui respon siswa pada media pembelajaran	4. Bagaimana respon peserta didik saat guru menggunakan media pembelajaran ?
Mengetahui eksistensi teknologi virtual lab dalam bidang pendidikan	5. Apakah guru pernah menggunakan virtual lab untuk mendukung pembelajaran biologi ?
Mengetahui kondisi laboratorium di sekolah	6. Apakah fasilitas laboratorium sudah memadai untuk praktikum materi metabolisme ?
Mengetahui kegiatan praktikum selama daring dan tatap muka	7. Bagaimana pelaksanaan praktikum selama daring ?
	8. Bagaimana pelaksanaan praktikum setelah pembelajaran kembali normal ?
Mengetahui kesulitan materi dan	9. Apakah materi metabolisme termasuk materi yang sulit bagi peserta didik ?

Indikator dan Tujuan	Pertanyaan
kemampuan keterampilan materi metabolisme	10. Praktikum apa yang biasa dilakukan ketika materi metabolisme ?
Mengetahui persiapan sebelum melakukan praktikum	11. Bagaimana persiapan guru dan peserta didik sebelum melaksanakan praktikum ? 12. Apakah kegiatan praktikum dilengkapi dengan buku panduan praktikum atau petunjuk praktikum ?
Mengetahui tanggapan guru mengenai media yang peneliti kembangkan	13. Bagaimana jika peneliti mengembangkan media petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning materi metabolisme kelas XII SMA

Lampiran 2 Hasil Wawancara Guru Biologi

Lembar Wawancara dengan Guru Biologi

Narasumber : Suwargono, M.Pd.

Tanggal : 16 Desember 2022

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Media apa saja yang pernah digunakan selama pembelajaran biologi ?	Media yang pernah dipakai ketika pembelajaran biologi yaitu berupa gambar, video, dan power point
2	Media apa saja yang sering digunakan ketika pembelajaran biologi ?	Media yang sering dipakai ketika pembelajaran biologi yaitu power point dengan tambahan video dari youtube
3	Apakah guru pernah mengajar dengan media berbasis mobile learning (menggunakan android) ?	Pernah ketika pembelajaran online peserta didik ketika pembelajaran melalui android menggunakan aplikasi microsoft teams, google classroom, dan melalui WAG
4	Bagaimana respon peserta didik saat guru menggunakan media pembelajaran ?	Responnya cukup baik, peserta didik antusias mengikuti pembelajaran dengan tertib dan disiplin

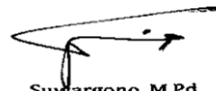
No	Pertanyaan	Jawaban
5	Apakah guru pernah menggunakan virtual lab untuk mendukung pembelajaran biologi ?	Selama ini belum pernah menggunakan virtual laboratorium
6	Apakah fasilitas laboratorium sudah memadai untuk praktikum materi metabolisme ?	Karena pandemi dan situasi belum sepenuhnya normal maka kegiatan laboratorium belum berjalan dengan semestinya, untuk saat ini praktikum digantikan dengan menonton video dari youtube dan hasilnya dicatat dalam lembar laporan praktikum
7	Bagaimana pelaksanaan praktikum selama daring ?	Kegiatan praktikum digantikan dengan menonton praktikum yang ada di youtube kemudian siswa mencatat hasil praktikum kedalam laporan praktikum
8	Bagaimana pelaksanaan praktikum setelah pembelajaran kembali normal ?	Untuk saat ini pelaksanaan praktikum masih belum berjalan karena masih percobaan pembelajaran tatap muka dan situasi belum normal dan masih menghindari kegiatan yang melibatkan banyak siswa di dalam ruangan.
9	Apakah materi metabolisme termasuk	Materi metabolisme termasuk materi yang cukup sulit bagi

No	Pertanyaan	Jawaban
	materi yang sulit bagi peserta didik ?	siswa karena sifatnya abstrak, ketika menyampaikan diperlukan gambar atau video ataupun media interaktif untuk memudahkan pemahaman siswa mempelajari materi metabolisme.
10	Praktikum apa yang biasa dilakukan ketika materi metabolisme ?	Praktikum yang sering dilakukan yaitu uji sach dan enzim katalase ketika sebelum ada pandemi
11	Bagaimana persiapan guru dan peserta didik sebelum melaksanakan praktikum ?	Persiapan guru yaitu sebelumnya memberikan pengantar tentang praktikum yang akan dilakukan kemudian menyampaikan petunjuk praktikum sesuai apa yang ada di buku Intan Pariwara, kemudian pelaksanaan praktikum dengan memakai jas praktikum
12	Apakah kegiatan praktikum dilengkapi dengan buku panduan praktikum atau petunjuk praktikum ?	Dilengkapi petunjuk praktikum sesuai yang ada di buku paket Intan Pariwara

No	Pertanyaan	Jawaban
13	Bagaimana jika peneliti mengembangkan media petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning materi metabolisme kelas XII SMA ?	Saya rasa perlu untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis android yang di dalamnya terdapat materi kemudian praktikum, sehingga ketika ada peserta didik absen tidak ikut praktikum atau kondisi laboratorium tidak bisa dipakai, atau kondisi pandemi seperti kemarin, kegiatan praktikum tetap bisa berjalan dengan menggunakan media aplikasi berbasis android yang peneliti kembangkan.

Pati, 4 Oktober 2022

Guru Biologi



Suwargono, M.Pd

Lampiran 3 Kisi-kisi Angket Kebutuhan Peserta Didik

Instrumen Angket Analisis Kebutuhan Siswa

Indikator dan Tujuan	Pertanyaan	Setuju/Tidak
Mengetahui pengetahuan tentang media pembelajaran	1. Apakah kamu tau tentang media pembelajaran berbasis android ?	
	2. Apakah guru pernah menggunakan media berbasis android dalam menyampaikan materi metabolisme ?	
	3. Apakah media yang digunakan oleh guru dalam menyampaikan materi metabolisme menarik dan memahamkan ?	
	4. Apakah siswa tertarik dengan media pembelajaran berbasis android ?	
Mengetahui Kelayakan Laboratorium	5. Apakah kamu pernah melakukan percobaan uji enzim katalase di laboratorium ?	
	6. Jika pernah, apakah ada buku panduan praktikum atau petunjuk praktikum ?	
	7. Apakah alat dan bahan laboratorium di SMA 1 Kayen mendukung untuk kegiatan praktikum enzim katalase ?	

Mengetahui kebutuhan peserta didik terhadap media yang peneliti kembangkan	8. Apakah kamu pernah menggunakan virtual laboratorium selama pembelajaran biologi ?	
	9. Apakah kamu tertarik dengan media pembelajaran berbasis android yang didukung dengan materi,soal evaluasi, petunjuk praktikum, dan praktikum virtual ?	
	10. Bagaimana jika peneliti mengembangkan media petunjuk praktikum virtual laboratorium berbasis mobile learning materi metabolisme kelas XII SMA ?	

Lampiran 4 Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik

The figure displays five screenshots of a Google Form titled "Angket Pra Riset Analisis Kebutuhan Siswa". The form is designed to gather information about students' needs for Android-based learning media. The questions and responses are as follows:

- Question 1:** "Apakah kamu tau tentang media pembelajaran berbasis android?" (Do you know about Android-based learning media?).
 - Response: Setuju (Agree).
- Question 2:** "Apakah media yang digunakan oleh guru dalam menyampaikan materi metabolisme menarik dan memahamkan?" (Is the media used by teachers to deliver metabolisme material interesting and easy to understand?).
 - Response: Tidak (No).
- Question 3:** "Apakah siswa tertarik dengan media pembelajaran berbasis android?" (Are students interested in Android-based learning media?).
 - Response: Setuju (Agree).
- Question 4:** "Apakah kamu pernah melakukan percobaan uji enzim katalase di laboratorium?" (Have you ever conducted a catalase enzyme test in the laboratory?).
 - Response: Tidak (No).
- Question 5:** "Jika pernah, apakah ada buku panduan praktikum atau petunjuk praktikum?" (If yes, is there a practical manual or instructions?).
 - Response: Tidak (No).
- Question 6:** "Apakah kamu pernah menggunakan virtual laboratorium selama pembelajaran biologi?" (Have you ever used a virtual laboratory during biology learning?).
 - Response: Tidak (No).

Other visible questions include:

- "Apakah guru pernah menggunakan media berbasis android dalam menyampaikan materi metabolisme?" (Have teachers ever used Android-based media to deliver metabolisme material?). Response: Tidak (No).
- "Apakah kamu tau tentang media pembelajaran berbasis android?" (Do you know about Android-based learning media?). Response: Setuju (Agree).

Lampiran 5 Kisi-kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Materi

KISI INSTRUMEN ANGKET VALIDASI AHLI MATERI

No	Aspek	Indikator	No Soal
1	Isi	Kesesuaian materi dengan KD	1
		Kesesuaian materi dengan materi pokok	2
		Kesesuaian materi dengan Tujuan Pembelajaran	3
		Kebenaran konsep materi yang ada dalam media <i>metabolism</i>	4
		Materi yang terdapat di media <i>metabolism</i> berbasis <i>metabolism</i> memiliki cakupan yang tepat	5
		Materi yang terdapat di media <i>metabolism</i> berbasis <i>mobile learning</i> disajikan secara sistematis	6
		Materi yang digunakan sesuai dengan pengembangan teknologi	7
		Gambar yang terdapat di media media <i>metabolism</i> berbasis <i>mobile learning</i> dapat membantu memperjelas materi	8
		Tingkat kesulitan yang terdapat di media <i>metabolism</i> berbasis <i>android</i> sesuai dengan perkembangan kognitif peserta didik SMA/MA Kelas XI	9
2	Kebahasaan	Bahasa yang digunakan untuk menguraikan materi sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)	10
		Bahasa yang digunakan sesuaian dengan tingkat berpikir peserta didik	11
		Bahasa yang digunakan mudah dipahami	12
		Kesesuaian istilah yang digunakan pada materi	13

		Ketepatan penulisan tanda baca	14
		Kalimat yang digunakan jelas dan mudah dipahami	15
		Kebakuan istilah yang digunakan pada materi	16
		Konsistensi penggunaan istilah	17

(Instrumen ini diadopsi dari : Akbar Sa'dun. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya dan Ahsyar, R. 2012. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi Jakarta).

Lampiran 6 Kisi-kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Media

KISI INSTRUMEN ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA

No	Aspek	Indikator	No Soal
1	Desain Produk	Kesesuaian desain (<i>layout</i>) aplikasi dalam mempresentasikan isi aplikasi	1
		Kecocokan tata letak (<i>layout</i>) dengan desain isi	2
		Tidak ada gangguan pada aplikasi metabolisme	3
		Pemilihan pada jenis serta ukuran huruf yang mudah dibaca	4
		Ketepatan komposisi warna yang digunakan pada aplikasi	5
		Kualitas gambar baik	6
2	Penggunaan Produk	Kemampuan produk sebagai salah satu pilihan media pembelajaran	7
		Kemampuan produk sebagai salah satu media bantu sumber belajar	8
		Kemampuan media yang dapat menarik perhatian	9

		peserta didik dalam pembelajaran	
3	Kualitas Produk	Produk dapat digunakan dalam jangka waktu panjang dan tidak mudah rusak	10
		Produk sesuai dengan kondisi kebutuhan siswa	11
		Produk dapat menimbulkan interaksi antara produk dan pengguna	12
4	Kemudahan Penggunaan	Fleksibilitas aplikasi	13
		Keefektifan serta efisiensi penggunaan aplikasi	14
		Kemudahan dalam menjalankan aplikasi	15
		Kecepatan loading aplikasi	16

Lampiran 7 Kisi-kisi Instrumen Angket Metodologi
Pembelajaran

No	Aspek	Indikator	No Soal
1	Tujuan Pembelajaran	Kejelasan Indikator pada petunjuk praktikum dalam aplikasi metabolisme	1
		Petunjuk praktikum yang dikembangkan dapat mencapai tujuan pembelajaran	2
2	Model Pembelajaran	Petunjuk praktikum mampu mengantarkan peserta didik mengeksplorasi fenomena sebagai salah satu pilihan media pembelajaran	3
		Petunjuk praktikum mampu mengantarkan peserta didik membuat pertanyaan fokus	4
		Petunjuk praktikum mampu mengantarkan peserta didik merencanakan investigasi	5
		Petunjuk praktikum mampu mengantarkan peserta didik melakukan analisis data	6
		Petunjuk praktikum mampu mengantarkan peserta didik menyusun pengetahuan baru	7

		Petunjuk praktikum mampu mengantarkan peserta didik mengkomunikasikan pengetahuan baru	8
--	--	--	---

Lampiran 8 Kisi-kisi Instrumen Angket Validasi Guru Biologi

KISI INSTRUMEN ANGKET VALIDASI GURU BIOLOGI

No	Aspek	Indikator	No Soal
1	Isi	Kesesuaian materi dengan KD	1
		Kesesuaian materi dengan materi pokok	2
		Kesesuaian materi dengan Tujuan Pembelajaran	3
		Kebenaran konsep materi yang ada dalam media <i>metabolism</i> berbasis <i>Mobile learning</i>	4
		Materi yang terdapat di media <i>metabolism</i> berbasis <i>Mobile learning</i> memiliki cakupan yang tepat	5
		Materi yang terdapat di media <i>metabolism</i> berbasis <i>android</i> disajikan secara sistematis	6
		Materi yang digunakan sesuai dengan pengembangan teknologi	7
		Gambar yang terdapat di media media <i>metabolism</i> berbasis <i>android</i> dapat membantu memperjelas materi	8
		Tingkat kesulitan yang terdapat di media <i>metabolism</i> berbasis <i>android</i> sesuai dengan perkembangan kognitif peserta didik SMA/MA Kelas X	9
2	Kebahasaan	Bahasa yang digunakan untuk menguraikan materi sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)	10
		Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat berpikir peserta didik	11
		Bahasa yang digunakan mudah dipahami	12
		Kesesuaian istilah yang digunakan pada materi	13

No	Aspek	Indikator	No Soal
		Ketepatan penulisan tanda baca	14
		Kalimat yang digunakan jelas dan mudah dipahami	15
		Kebakuan istilah yang digunakan pada materi	16
		Konsistensi penggunaan istilah	17
1	Desain Produk	Kesesuaian desain aplikasi dalam mempresentasikan isi Aplikasi	18
		Kecocokan <i>layout</i> atau tata letak dengan desain isi	19
		Tidak ada gangguan yang tidak perlu pada aplikasi, terutama dalam <i>video</i>	20
		Pemilihan jenis dan ukuran huruf (<i>font</i>) mudah dibaca, tidak <i>typo</i> , jelas dan tepat	21
2	Penggunaan Produk	Kemampuan produk sebagai media belajar	22
		Kemampuan produk sebagai sumber belajar	23
		Kemampuan media dapat menarik perhatian peserta didik dalam pembelajaran	24
3	Kualitas Produk	Produk dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang, karena tidak mudah rusak	25
		Produk sesuai dengan kondisi dan kebutuhan siswa	26
		Produk dapat menimbulkan komunikasi dua arah interaktif antara produk dengan pengguna	27
4	Kemudahan Penggunaan	Fleksibilitas aplikasi	28
		Kolaborasi warna pada aplikasi metabolisme	29
		Keefektifan dan efisiensi aplikasi metabolisme	30
		Kemudahan berjalannya aplikasi	31

No	Aspek	Indikator	No Soal
		metabolism di smartphome	
		Kecepatan loading aplikasi metabolism	32
5	Petunjuk Praktikum	Petunjuk praktikum membuat mudah melakukan praktikum	33
		Petunjuk praktikum dapat memudahkan memahami materi	34

(Instrumen ini diadopsi dari : Akbar Sa'dun. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya dan Ahsyar, R. 2012. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi Jakarta).

Lampiran 9 Kisi-kisi Instrumen Angket Validasi Peserta Didik

KISI INSTRUMEN ANGKET VALIDASI PESERTA DIDIK

No	Aspek	Indikator	No Soal
1	Aspek Penyajian	Media <i>Metabolism</i> berbasis <i>Mobile learning</i> mudah digunakan	1
		Media <i>Metabolism</i> berbasis <i>Mobile learning</i> dapat digunakan dimana saja	2
		Gambar yang disajikan sesuai dengan materi	3
		Video Pembelajaran yang disajikan dalam aplikasi <i>metabolism</i> jelas dan mudah dipahami	4
		Saya dapat memahami materi dalam aplikasi <i>metabolism</i> ini dengan mudah	5
2	Aspek Kegrafisan	Tampilan setiap slide media <i>Metabolism</i> berbasis <i>Mobile learning</i> memiliki komposisi gambar dan warna yang serasi	6
		Teks atau tulisan pada media <i>Metabolism</i> berbasis <i>Mobile learning</i> mudah dibaca	7
		Desain aplikasi <i>metabolism</i> menarik	8
3	Aspek Kegunaan	Media <i>Metabolism</i> berbasis <i>Mobile learning</i> yang dikembangkan dapat menumbuhkan rasa ingin tahu	9
		Media <i>Metabolism</i> berbasis <i>Mobiile learning</i> mempermudah untuk menambah pengetahuan peserta didik tentang materi <i>metabolisme</i>	10
		Dengan adanya media <i>Metabolism</i> berbasis <i>Mobile learning</i> dapat membantu saya untuk belajar secara aktif dan mandiri	11

		Dengan adanya media <i>Metabolism</i> berbasis <i>Mobile learning</i> yang dikembangkan dapat memudahkan sayamemahami materi	12
4	Petunjuk Praktikum	Petunjuk praktikum membuat mudah melakukan praktikum	13
		Petunjuk praktikum dapat memudahkan memahami materi	14

(Instrumen ini diadopsi dari : Akbar Sa'dun. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya dan Ahsyar, R. 2012. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi Jakarta).

Lampiran 10 Hasil Validasi Ahli Materi

**LEMBAR VALIDASI
AHLI MATERI APLIKASI METABOLISME**

Judul Penelitian Pengembangan Pratinak Praktikum Virtual Laboratorium Biomas Melalui Learning Materi Metabolisme Kelas XI

Peneliti Fitriyah

NIM 400006064

Program Studi Pendidikan Biologi

Validator Murtati N'Uma, M.Sc

Afiliasi Instansi UIN Waluyo Semarang

Tanggal Validasi

A. Petunjuk Pengisian

- Bapak/ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap pertanyaan yang terdapat pertanyaan dalam lembar validasi dengan memilih skala penilaian yang telah diberikan dengan memberi tanda (✓)
- Berikan skala penilaian berikut ini untuk memberikan penilaian:
 - Sangat kurang baik (SK) = nilai 1
 - Kurang baik (K) = nilai 2
 - Cukup baik (CB) = nilai 3
 - Baik (B) = nilai 4
 - Sangat baik (SB) = nilai 5
- Apabila penilaian Bapak/Ibu berkenan adalah 1 atau 2 atau 3 maka berilah saran untuk hal-hal yang menyebabkan kekurangan atau perlunya penubahan sesuatu yang lebih baik
- Atas kerendahan dan hormat Bapak/ibu amat monggu angket validasi, saya sebagai peneliti mengucapkan terima kasih.

B. Kolom Penilaian

1. Penilaian aspek isi

No.	Indikator	Penilaian					Keterangan
		1	2	3	4	5	
		SK	K	CB	B	SB	
Kecermatan isi aplikasi dengan kurikulum							
1	Kecermatan materi dengan KD				✓		
2	Kecermatan materi dengan indikator KI				✓		
3	Kecermatan materi dengan tujuan pembelajaran				✓		
Kebertepatan konsep materi							
4	Kebertepatan konsep materi yang berada di dalam media aplikasi Metabolisme				✓		
Ketepatan cakupan materi							
5	Materi dalam Aplikasi Metabolisme memiliki cakupan yang tepat				✓		
Penyampaian materi yang tepat							
6	Materi dalam Aplikasi Metabolisme memiliki penyajian yang estetik				✓		
Kecermatan materi dengan pengembangan kekompetensi							
7	Materi yang digunakan sesuai dengan pengembangan kekompetensi				✓		
Kecermatan gambar pada materi							
8	Gambar yang terdapat dalam aplikasi Metabolisme dapat meningkatkan minat				✓		
Kecermatan tingkat kesulitan dengan perkembangan kognitif peserta didik SMA/MA kelas XI							
9	Tingkat kesulitan yang terdapat di media aplikasi Metabolisme berkesesuaian sesuai dengan perkembangan kognitif peserta didik SMA/MA kelas XI				✓		

No.	Indikator	Penilaian					Keterangan
		1	2	3	4	5	
		SK	K	CB	B	SB	
Aspek bahasa							
3	Bahasa yang digunakan dalam format praktikum sesuai dengan kaidah PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)				✓		
	Bahasa yang digunakan sesuai dengan karakteristik dari tingkat jenjang siswa				✓		
	Bahasa yang digunakan mudah dipahami				✓		
	Kecermatan isi dan bentuk yang digunakan dalam materi				✓		
	Ketepatan penyampaian hasil belajar				✓		
	Kecermatan tingkat jenjang pendidikan dalam materi				✓		
	Kecermatan penyampaian bahasa dalam materi				✓		

(Instrumen ini diadopsi dari : Akbar Saldan, 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya dan Ahyar, R, 2012. *Keefektif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi Jakarta)

C. Kritik dan Saran

No	Jenis Kekurangan	Saran Perbaikan
1	Salah tulis	Bisa diperbaiki, betul-betul baik yang sangat baik agar lebih baik
2		

D. Indikator Penilaian

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

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:
 P: Nilai kelayakan angket tiap aspek
 A: Jumlah skor yang didapat
 B: Jumlah skor maksimal


Tabel Rangkai Kelayakan

Pretest	Kategori
81% skor-100%	Sangat Layak
61% skor-80%	Layak
41% skor-60%	Cukup Layak
21% skor-40%	Kurang Layak
0% skor-20%	Tidak Layak

E. Keabsahan

1.	Layak digunakan di lingkungan tempo riset	
2.	Layak digunakan dengan riset	✓
3.	Tidak layak digunakan di lapangan	

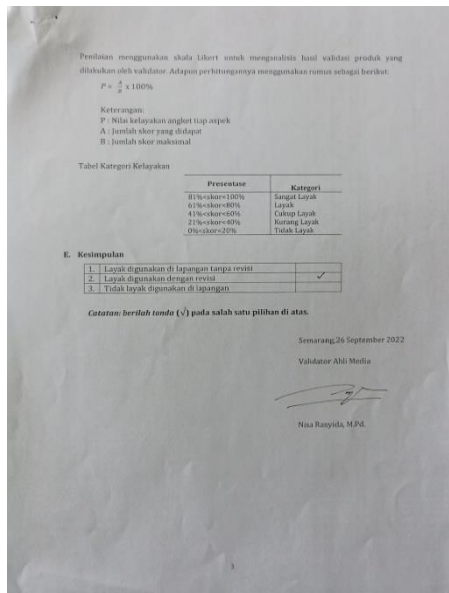
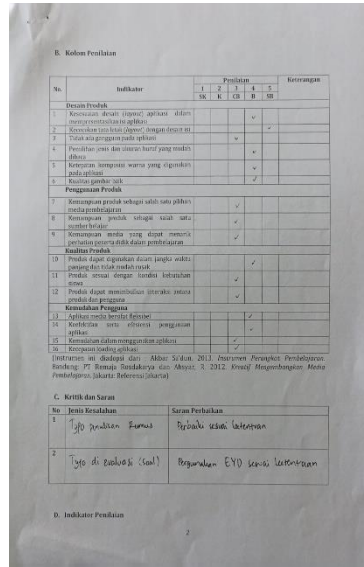
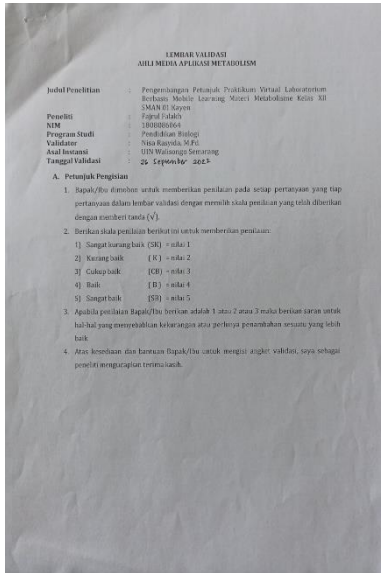
Catatan: berilah tanda (✓) pada salah satu pilihan di atas.

Semarang, 26 September 2022
 Validator AM Materi

 Murtati N'Uma

Lampiran 11 Rekapitulasi Ahli Materi

NO	Validator	Indikator															
		Aspek Isi								Aspek Bahasa							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Miftaati Nailina M.Sc.	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	3	3	4	4
	Jumlah	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	3	3	4	4
	Jumlah Max Per-Indikator	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	% Per-Indikator	80	80	80	80	80	80	100	100	80	60	80	80	60	60	80	80
	Jumlah Seluruh Indikator	63															
	Jumlah Max Seluruh Indikator	80															
	% Keseluruhan	78,75															
	Kategori Keseluruhan	Layak															
	% Rata-rata Per-Aspek	84,44								71,43							
	Kategori Rata-rata Per-Aspek	Sangat Layak								Layak							
	% Rata-rata Keseluruhan	77,94															
	Kategori Rata-rata Keseluruhan	Layak															

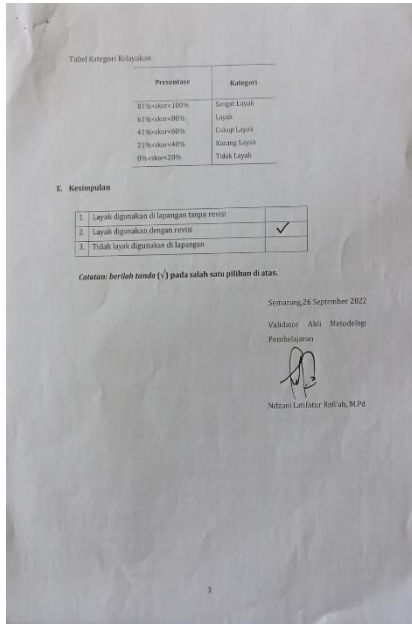
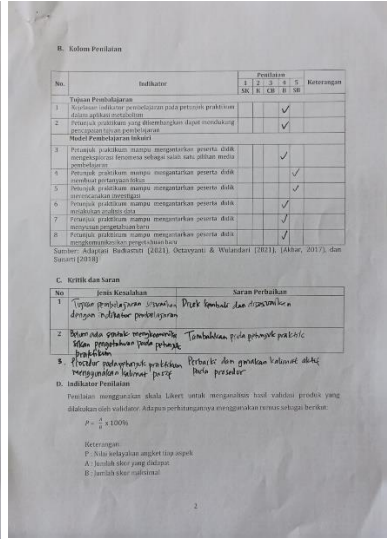
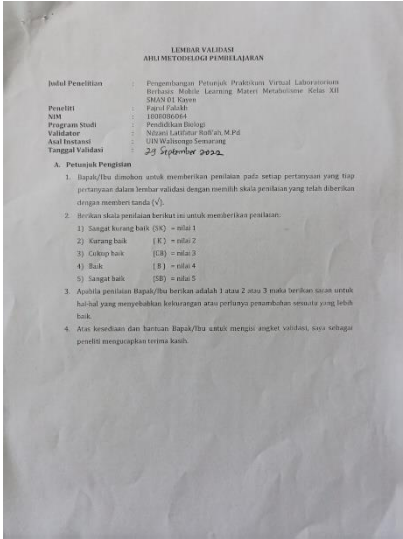
Lampiran 12 Hasil Validasi Ahli Media



Lampiran 13 Rekapitulasi Ahli Media

NO	Validator	Indikator															
		Desain Produk				Penggunaan Produk				Kualitas Produk				Kemudahan Penggunaan			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Nisa Rasyida, M.Pd.	4	5	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3
	Jumlah	4	5	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3
	Jumlah Max Per-Indikator	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	% Per-Indikator	80	100	60	80	80	80	60	60	60	60	80	60	60	80	80	60
	Jumlah Seluruh Indikator	57															
	Jumlah Max Seluruh Indikator	80															
	% Keseluruhan	71,25															
	Kategori Keseluruhan	Layak															
	% Rata-rata Per-Aspek	73,33				60,00				66,67				70,00			
	Kategori Rata-rata Per-Aspek	Layak				Cukup Layak				Layak				Layak			
	% Rata-rata Keseluruhan	67,50															
	Kategori Rata-rata Keseluruhan	Layak															

Lampiran 14 Lembar Validasi Metodologi Pembelajaran



Lampiran 15 Rekapitulasi Ahli Metodologi Pembelajaran

NO	Validator	Indikator							
		Tujuan Pembelajaran				Model Pembelajaran Inkuiri			
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Nisa Rasyida, M.Pd.	4	4	4	5	5	4	4	4
	Jumlah	4	4	4	5	5	4	4	4
	Jumlah Max Per-Indikator	5	5	5	5	5	5	5	5
	% Per-Indikator	80	80	80	100	100	80	80	80
	Jumlah Seluruh Indikator	34							
	Jumlah Max Seluruh Indikator	40							
	% Keseluruhan	85							
	Kategori Keseluruhan	Sangat Layak							
	% Rata-rata Per-Aspek	80,00				86,67			
	Kategori Rata-rata Per-Aspek	Layak				Sangat Layak			
	% Rata-rata Keseluruhan	83,33							
	Kategori Rata-rata Keseluruhan	Sangat Layak							

Lampiran 16 Lembar Validasi Guru Biologi

LEMBAR VALIDASI GURU BIOLOGI

Judul Penelitian : Pengembangan Petunjuk Praktikum Virtual Laboratorium Berbasis Media Learning Materi Metabolisme Kelas XII SMA/MA Keyan

Peneliti : Farel Fahal

NIM : D18030064

Program Studi : Pendidikan Biologi

Validator : Swargono M.Pd

Afiliasi Instansi : SMA/MA 1 Keyan

Tanggal Validasi : _____

A. Petunjuk Pengisian

- Bapak/ibu dikehendaki untuk memberikan penilaian pada setiap pernyataan yang terdapat pertanyaan dalam lembar validasi dengan memilih skala penilaian yang telah diberikan dengan memberi tanda (V).
- Berikan skala penilaian berikut ini untuk memberikan penilaian:
 - Sangat Buruk (SB) = nilai 1
 - Kurang baik (KB) = nilai 2
 - Cukup baik (CB) = nilai 3
 - Baik (B) = nilai 4
 - Sangat baik (SB) = nilai 5
- Apakah penilaian Bapak/Ibu berkesan adalah 1 atau 2 atau 3 maka berikan saran untuk hal-hal yang menyebabkan kekurangan atau perlunya pemubahan sesuatu yang lebih baik
- Apakah penilaian Bapak/Ibu sangat mengagumkan, saya sebagai peneliti memperhatikan terimakasih.

No.	Indikator	Penilaian					Keterangan
		1	2	3	4	5	
32	Kerapian heading abstrak						✓
Penyaji Praktikum							
33	Penyaji praktikum membuat modul melakukan praktikum						✓
34	Penyaji praktikum dapat memisahkan memaham materi						✓
Penyaji							
[Instrumen ini diadopsi dari Albar Salim, 2013. Instrumen Penyalur Pembelajaran Biologi. 77. Remaja Rosdakarya dan Albar, R. 2012. Kewaf. Mengembangkan Media Pembelajaran, Jakarta: Refensi Jaktara]							
C. Kritik dan Saran							
No.	Jenis Kritik/Saran	Saran Perbaikan					
1	Tidak ada kegalakan	Sudah sangat bagus dan dapat digunakan					
2							
D. Indikator Penilaian							
Penilaian menggunakan skala Likert untuk mengesahkan hasil validasi produk yang dilakukan oleh validator. Adapun perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut:							
$P = \frac{X}{N} \times 100\%$							
Keterangan:							
P : Hasil diperoleh angket tiap aspek							
A : Jumlah skor yang didapat							
N : Jumlah skor maksimum							
Tabel Kategori Kelayakan							
Tingkat pencapaian	Kategori	Keterangan					
P > 80%	Sangat baik	Tidak perlu direvisi					
60% < P < 80%	Baik	Sedikit perlu direvisi					
40% < P < 60%	Cukup baik	Diperlukan pembenaran					
20% < P < 40%	Kurang baik	Banyak yang direvisi					
P < 20%	Sangat kurang/buruk	Dituntut memutar proses					

H. Kisi-kisi Penilaian

No.	Indikator	Penilaian					Keterangan
		1	2	3	4	5	
Aspek Isi							
1	Kejelasan dan/atau dengan baik						✓
2	Kejelasan materi dan/atau materi pendukung						✓
3	Kejelasan materi dengan bahasa yang mudah dipahami						✓
4	Kebahasaan konsep akurat yang terdapat didalam media aplikasi multimedia						✓
5	Materi yang terdapat didalam media aplikasi multimedia memiliki penjelasan yang sistematis						✓
6	Materi yang terdapat didalam media aplikasi multimedia memiliki penjelasan yang sistematis						✓
7	Materi yang digunakan sesuai dengan perkembangan keilmuan						✓
8	Gambar yang terdapat didalam media aplikasi multimedia dan materi dapat memperjelas materi						✓
9	Tingkat keakuratan yang terdapat di media multimedia learning berbasis aplikasi sesuai dengan perkembangan keilmuan penerbitan di SMA/MA Kelas XII						✓
Aspek Bahasa							
10	Bahasa yang digunakan dalam petunjuk praktikum sesuai dengan bahasa PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)						✓
11	Bahasa yang digunakan sesuai dengan karakteristik dan tingkat literasi siswa						✓
12	Bahasa yang digunakan mudah dipahami						✓
13	Kemudahan dalam memahami yang digunakan dalam materi						✓
14	Kejelasan penggunaan waktu kerja						✓
15	Kejelasan yang digunakan pada dan media digitalisasi						✓
16	Kejelasan istilah yang digunakan dalam materi						✓
17	Kejelasan penggunaan bahasa dan istilah						✓
Aspek Praktis							
18	Kejelasan dalam petunjuk aplikasi dengan menggunakan media digitalisasi						✓
19	Kejelasan dalam bentuk digitalisasi dengan isi						✓
20	Terdapat gangguan pada aplikasi						✓
21	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓
22	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓
23	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓
24	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓
Kejelasan Praktis							
25	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓
26	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓
27	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓
28	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓
29	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓
30	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓
31	Kejelasan pada saat menggunakan media digitalisasi						✓

E. Kesimpulan

1. Lembar digambarkan di lapangan sangat sesuai	✓
2. Lembar digambarkan dengan tepat	✓
3. Lembar bisa digunakan di lapangan	✓

Catatan: Berilah tanda (✓) pada salah satu pilihan di atas.

Farel Fahal 2022
Guru Biologi
SMA/MA 1 Keyan

Lampiran 18 Hasil Respon Peserta Didik

ANGKET RESPON APLIKASI METABOLISME

SIHAN I KAYEN

Nama : *Chelsa Aprilia Putri Cahyani*
 Kelas/Alasan : *XII IPA 3/68*

A. Petunjuk Pengisian

- Peserta didik diminta untuk memberikan penilaian pada setiap pernyataan yang terdapat pernyataan di atas dengan validasi sebagai berikut skala penilaian yang telah diberikan dengan ketentuan sebagai berikut:
- Berikan nilai penilaian berikut ini untuk menentukan penilaian:
 - Sangat kurang baik (SK) = nilai 1
 - Kurang baik (K) = nilai 2
 - Cukup baik (CB) = nilai 3
 - Baik (B) = nilai 4
 - Sangat baik (SB) = nilai 5
- Rasa bereslah dan bantuan peserta didik untuk mengisi angket validasi, agar sebagai pemacu tercapainya tujuan kelas.

B. Kisi Penilaian

No	Indikator	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Prasyarat						
1	Media pembelajaran berbasis Abjad memiliki tingkat difusi				✓	
2	Media pembelajaran berbasis Abjad memiliki tingkat difusi digunakan di rumah					✓
3	Contoh yang dijumpai antara dengan materi					✓
4	Terdapat yang memiliki data untuk memudahkan pada saat studi di rumah					✓
5	Terdapat data yang memiliki materi dengan aplikasi multimedia di rumah					✓
Kelebihan						
6	Templek setiap slide media pembelajaran memiliki Abjad yang memiliki kemampuan untuk digunakan					✓
7	Terdapat data yang memiliki kemampuan berinteraksi dengan pengguna di rumah					✓
8	Dapat aplikasi multimedia multimedia					✓
Kekurangan						
9	Media pembelajaran berbasis Abjad memiliki tingkat difusi yang menggunakan data multimedia yang memiliki kemampuan untuk digunakan					✓
10	Pada media pembelajaran berbasis Abjad memiliki kemampuan berinteraksi dengan pengguna di rumah					✓
11	Dapat aplikasi multimedia multimedia					✓

No	Indikator	Penilaian					Keterangan
		1	2	3	4	5	
Petunjuk Pengisian							
12	Terdapat data yang memiliki kemampuan berinteraksi dengan pengguna di rumah						✓
13	Pada media pembelajaran berbasis Abjad memiliki kemampuan berinteraksi dengan pengguna di rumah						✓

Daftarlah ini diadopsi dari : Akbar Sidiq, 2013, Instrumen Peninjauan Pembelajaran, Bandung: PT Remaja Rosdakarya dan Akbar, R, 2012, Konsep Mengembangkan Media Pembelajaran, Jakarta: Kencana Prenada.

Date: *10 October 2022*
 Respondent:
Chelsa Aprilia P

Lampiran 19 Rekapitulasi Respon Siswa

NO	NAMA	INDIKATOR													Total	Skor Ideal	%
		ASPEK PENYAJIAN			ASPEK KEGAMBIHAN			ASPEK KEGUNAN			ASPEK PENYUKAIAN/PRATIRIM						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1	Adelia Agustina	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	58	65	90,77
2	Agus Awi	3	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	3	5	55	65	84,62
3	Aulia Dwi Maharani	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	60	65	92,31	
4	Ayo Sri Rahayu	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	58	65	89,23	
5	Begonia Anika	5	4	5	4	5	4	4	4	3	5	4	5	58	65	89,23	
6	Berninda Alya Larasati	4	5	4	5	4	4	4	5	4	3	5	4	56	65	86,15	
7	Bintang Pradana	5	4	4	5	4	5	4	4	3	5	4	4	56	65	86,15	
8	Christi Aprilia Putri Cahyadi	4	5	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	53	65	81,54	
9	Eksa Ulme Gani	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	59	65	90,77	
10	Helia Firmada	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	63	65	96,92	
11	Ika Nuli Fitriani	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	57	65	87,69	
12	Laili Putri Amalia	5	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	55	65	84,62	
13	Melisa Anggela Lesari	3	4	4	3	3	4	5	4	3	3	4	3	47	65	72,31	
14	Miliah Nur Jannah	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	58	65	90,77	
15	Muhammad Adianto	5	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	48	65	73,85	
16	Muhammad Setyand Haki	3	4	4	4	4	5	3	5	5	4	4	4	53	65	81,54	
17	Nanda Cahyani Tunang	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	60	65	92,31	
18	Niswatu Heanah	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	60	65	92,31	
19	Putri Novita Sari	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	60	65	92,31	
20	Septiani Nur Laili	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	50	65	76,92	
21	Shukha Diana	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	65	65	100
22	Siti Almasul Hidayah	5	5	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	56	65	86,15	
23	Siti Mufrinah	4	5	5	4	4	4	4	5	3	4	4	3	4	52	65	80,00
24	Siti Putri Lesari	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4	4	3	4	58	65	90,77
25	Siti Rohmatun Mustafidah	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	56	65	86,15	
26	Sofia Zahrotunnisa	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	57	65	87,69	
27	Titis Nur Indah Muklasi	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	61	65	93,85	
28	Vanesa Zeta Austini	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	57	65	87,69	
29	Wahyu Nabil Shofia	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	49	65	75,38	
30	Widyia Anggrani Susanto	3	4	4	4	3	5	5	5	5	3	5	3	4	52	65	80,00
	Jumlah	134	131	133	131	128	137	130	127	132	132	123	123	132			
	Jumlah Max Per-Indikator	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			
	% Per-Indikator	89,3	90,67	88,67	87,33	85,33	91,33	86,67	81,33	88,00	82,00	82,00	82,00	85			
	% Rata-rata Per-Aspek	87,87		Sangat Layak		87,78		Sangat Layak		81,78		Sangat Layak		Sangat Layak			
	Kategori Per-Aspek	Sangat Layak		Sangat Layak		Sangat Layak		Sangat Layak		Sangat Layak		Sangat Layak		Sangat Layak			
	% Rata-rata Keseluruhan	86,11		Sangat Layak		86,11		Sangat Layak		86,11		Sangat Layak		86,11			
	Kategori Keseluruhan	Sangat Layak		Sangat Layak		Sangat Layak		Sangat Layak		Sangat Layak		Sangat Layak		Sangat Layak			

Lampiran 20 Surat Penunjukan Dosbing



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. 961/U.n.10.8/J.8/DA.08.05/02/2022 24 Februari 2022
Lamp. : -
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Yth.

Bapak/Ibu Dosen
Di UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Jurusan Pendidikan Biologi, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Fajrul Falakh
NIM : 1808086064
Judul : PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM VILAB BERBASIS
MOBILE LEARNING MATERI METABOLISME KELAS XII SMAN
01 KAYEN

dan menunjuk Bapak/Ibu:

1. Dr. Listyono, M.Pd. sebagai pembimbing materi
2. Widi Cahya Adi, M. Pd. sebagai pembimbing metode

Demikian pemberitahuan ini kami sampaikan, atas perkenan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan:

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

Lampiran 21 Surat Penunjukan Ahli Materi, Media, dan Metodologi Pembelajaran



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

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

Nomor : B. 5748/Un.10.8/I.8/DA.08.05/08/2022
Lamp. : -
Hal : Surat Permohonan menjadi Validator

24 Agustus 2022

Yth.

Bapak/Ibu

1. Nisa Rasyida, M. Pd.
2. Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd
3. Mirtaati Na'ima, M.Sc
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum Wr. Wb.

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

Nama : Fajrul Falakh
NIM : 1808086064
Judul : **Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis Mobile Learning Materi Metabolisme Kelas XII SMAN 01 Kayen**

Oleh karena itu kami meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi validator pada skripsi tersebut.

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


Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Dr. Listyono, M.Pd.
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi
NIP. 19691016200811008

Tembusan:

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

Lampiran 22 Surat Izin Penelitian

	KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI	
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185 E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : Http://fst.walisongo.ac.id		
Nomor	: B.6548/Un.10.8/K/SP.01.08/09/2022	Semarang, 30 September 2022
Lamp	: Proposal Skripsi	
Hal	: Permohonan Izin Riset	


Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Kayen
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 : Fajrul Falakh
NIM : 1808086064
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Pendidikan Biologi.
Judul Skripsi : Pengembangan Petunjuk Praktikum Virtual Laboratorium Berbasis Mobile Learning Materi Metabolisme Kelas XII SMAN 1 Kayen.
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Listyono, M.Pd
2. Widi Cahya Adi, M.Pd

Untuk melaksanakan riset di sekolah Bapak/Ibu pimpin yang akan dilaksanakan tanggal 3-7 Oktober 2022, maka kami mohon berkenan diijinkan mahasiswa dimaksud.
Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.


An Dekan
Kabag. TU
Muh/ Kharis, SH., MH
NIP.196910171994031002

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

Lampiran 23 Surat Keterangan Riset


PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI IKAYEN
Jalan Raya Kayen Sukolilo Pati Kode Pos 59171 Telepon 0295-4103046
Faksimile 0295-394250 Surat Elektronik sman1kayen@gmail.com

SURAT KETERANGAN PENELITIAN
Nomor : 423.6/843 /2022

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 1 Kayen Kabupaten Pati :


Nama Lengkap : Alek Suhartono, S.Pd.,M.Pd.
NIP : 196605171989031008
Kepala Sekolah : Kepala Sekolah
Asal Sekolah : SMA Negeri 1 Kayen

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Fajrul Falakh
NIM : 1808086064
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Biologi
Universitas : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Judul Skripsi : “ Pengembangan Petunjuk Praktikum Virtual Laboratorium Berbasis
Mobile Learning Materi Metabolisme Kelas XII SMA Negeri 1 Kayen”.

Adalah benar – benar telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri 1 Kayen dari tanggal 3 s.d.
7 Oktober 2022.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pati, 7 Oktober 2022
Kepala SMA Negeri 1 Kayen

Alek Suhartono, S.Pd., M.Pd.
DISDIK
NIP.196605171989031008

Lampiran 24

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
<p>3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup</p>	<p>3.2.1 Menjelaskan struktur, sifat, cara kerja dan peran enzim dalam metabolisme melalui studi terature dengan teliti, jujur terhadap data dan fakta.</p> <p>3.2.2 Menguraikan proses metabolisme melalui kajian literatur berdasarkan pola pikir ilmiah dengan teliti.</p> <p>3.2.3 Melaksanakan percobaan secara berkelompok mengenai cara kerja enzim, fotosintesis dan respirasi anaerob dengan tekun, teliti, disiplin dan tanggung jawab</p> <p>3.2.4 Menganalisis peran enzim dalam proses metabolisme (proses fotosintesis dan respirasi anaerob) berdasarkan hasil percobaan dan sesuai dengan pola pikir ilmiah.</p> <p>3.2.5 Membedakan proses pembentukan energi pada makhluk hidup melalui studi literatur tumbuhan C3, C4 dan CAM</p>
<p>4.1 Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob.</p>	<p>4.1.1 Menyusun laporan hasil percobaan sesuai kaidah ilmiah melalui berbagai media tentang cara kerja enzim, fotosintesis dan respirasi anaerob secara tertulis dengan jujur terhadap data dan fakta.</p> <p>4.1.2 Mengkomunikasikan hasil percobaan tentang cara kerja enzim, fotosintesis dan</p>

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
	respirasi anaerob dengan jujur dan penuh tanggungjawab

Lampiran 25 Dokumentasi



Uji coba penggunaan aplikasi *Metabolism* oleh peserta didik
SMAN 1 Kayen kelas XII MIPA 3

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

- | | |
|-----------|-----------------------|
| 1. Nama | Fajrul Falakh |
| 2. TTL | Pati, 31 Oktober 1999 |
| 3. Alamat | Kayen RT 6 RW 3 |
| 4. HP | 082136204099 |
| 5. E-Mail | falakhumar@gmail.com |

B. Riwayat Hidup

1. Pendidikan Formal
 - a. TK Khoiriyah
 - b. SDN 2 Kayen
 - c. Mts Walisongo Kayen
 - d. MAN 2 Pati
 - e. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan Non Formal
 - a. PP Nahdlotut Tholibin Tayu
 - b. PN Ancab Kayen

Semarang, 19 Oktober 2022



Fajrul Falakh
1808080064