



**PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATERI
BIOTEKNOLOGI POKOK BAHASAN KULTUR JARINGAN
TERINTEGRASI NILAI-NILAI ISLAM DAN POTENSI
LOKAL DI SMA NEGERI 11 MEDAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat-syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

OLEH:

Adi Hartono

NIM. 0310171025

**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**



**PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATERI
BIOTEKNOLOGI POKOK BAHASAN KULTUR JARINGAN
TERINTEGRASI NILAI-NILAI ISLAM DAN POTENSI
LOKAL DI SMA NEGERI 11 MEDAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu
Tarbiyah dan Keguruan

OLEH:

ADI HARTONO

NIM. 0310171025

Pembimbing I

Indayana Febriani Tanjung, M.Pd

NIP. 198402232015032003

Pembimbing II

Irwan S., M.A

NIP. 197405271998031002

**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN**

2021



SURAT PENGESAHAN

Skripsi ini yang berjudul, “**PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATERI BIOTEKNOLOGI POKOK BAHASAN KULTUR JARINGAN TERINTEGRASI NILAI-NILAI ISLAM DAN POTENSI LOKAL DI SMA NEGERI 11 MEDAN**” yang disusun oleh **ADI HARTONO** telah dimunaqasyahkan dalam Sidang Munaqasyah Sarjana Strata 1 (S1) Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sumatera Utara pada tanggal:

21 April 2021
9 Ramadhan 1442 H

dan telah diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan pada program studi Tadris Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sumatera Utara Medan.

Panitia Sidang Munaqasyah Skripsi
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sumatera Utara Medan

Ketua

Sekretaris

Indayana Febriani Tanjung, M.Pd
NIP. 198402232015032003

Dr. Nirwana Anas, M.Pd
NIP. 197612232005012004

Anggota Penguji

1. Indayana Febriani Tanjung, M.Pd
NIP. 198402232015032003

2. Irwan S., M.A
NIP. 197405271998031002

3. Dr. Khairuddin, M.Ag
NIP. 19640706201411001

4. Rasvidah, M.Pd
NIP. BLU 1100000067

Mengetahui
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Dr. Mardianto, M.Pd
NIP. 196712121994031004

Nomor : Istimewa
Lampiran : Terlampir
Hal : Skripsi

Medan, 25 Maret 2021
Kepada Yth.
Dekan Fakultas Ilmu
Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sumatera Utara
di
Medan

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, menelaah, mengoreksi, dan memberikan saran-saran perbaikan seperlunya terhadap Skripsi saudara:

Nama : Adi Hartono
NIM : 0310171025
Prodi : Tadris Biologi
Judul : Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Materi Bioteknologi
Pokok Bahasan Kultur Jaringan Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan
Potensi Lokal di SMA Negeri 11 Medan

Dengan ini, kami menilai Skripsi tersebut dapat disetujui untuk diajukan dalam sidang Munaqasyah Skripsi pada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sumatera Utara Medan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pembimbing I

Pembimbing II

Indayana Febriani Tanjung, M.Pd

NIP. 198402232015032003

Irwan S., M.A

NIP. 197405271998031002

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adi Hartono

NIM : 0310171025

Prodi : Tadris Biologi

Judul Skripsi : Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Materi Bioteknologi
Pokok Bahasan Kultur Jaringan Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan
Potensi Lokal di SMA Negeri 11 Medan

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Skripsi yang saya serahkan ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dari ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka gelar dan ijazah yang diberikan oleh Universitas batal saya terima.

Medan, 25 Maret 2021

Pembuat Pernyataan,

Adi Hartono

NIM. 0310171025

ABSTRAK



Nama : Adi Hartono
NIM : 0310171025
Prodi : Tadris Biologi
Judul : Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Materi Bioteknologi Pokok Bahasan Kultur Jaringan Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal di SMA Negeri 11 Medan

Kata Kunci: Bioteknologi, Kultur Jaringan Tumbuhan, Nilai-nilai Islam, Potensi Lokal, *Virtual Laboratory*

Dewasa ini, dunia sedang dilanda wabah virus *Corona* yang berdampak pada setiap lini kehidupan termasuk bidang Pendidikan yang menghimbau siswa untuk mengikuti pembelajaran daring. Kondisi tersebut berimplikasi terhadap terhambatnya kegiatan praktikum Biologi. Selain itu, guru Biologi di SMA Negeri 11 Medan juga belum mengintegrasikan konsep Potensi Lokal dan Nilai-nilai Islam dalam praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan serta belum memanfaatkan media interaktif untuk mengatasi keterhambatan pelaksanaan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Virtual Laboratory* Kultur Jaringan Andaliman terintegrasi nilai-nilai Islam sebagai media pembelajaran interaktif bermuatan nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal untuk mengatasi terhambatnya kegiatan praktikum sekaligus menguatkan internalisasi nilai-nilai keislaman dan wawasan tentang Potensi Lokal siswa di SMA Negeri 11 Medan. Penelitian ini dilakukan menggunakan *Research and Development* (R & D) dengan pendekatan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase kevalidan media oleh validator Ahli Materi sebesar 98,61 %, validator Ahli Materi Nilai-nilai Islam sebesar 90,62 %, validator Ahli *Virtual Laboratory* sebesar 93,96 %, dan validator Ahli Praktisi Lapangan (Guru Biologi) sebesar 93,75 % dengan kategori penilaian seluruh validator sangat baik. Sedangkan, persentase respon siswa terhadap media mencapai 63,88 % dengan kategori baik.

Diketahui Oleh
Pembimbing Skripsi 1

Indayana Febriani Tanjung, M.Pd
NIP. 198402232015032003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul, “Pengembangan *Virtual Laboratory* Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal di SMA Negeri 11 Medan” dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam penulis sanjungkan keharibaan Nabi Muhammad SAW yang telah membawa manusia dari zaman kegelapan ke zaman ilmu pengetahuan.

Skripsi ini diselesaikan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) di Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Selama penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Syahrin Harahap, M. A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Mardianto, M.Pd selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
3. Ibu Indayana Febriani Tanjung, M.Pd selaku ketua Program Studi Tadris Biologi sekaligus Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini.
4. Bapak H. Irwan Syahputra, M.A. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Kepala SMA Negeri 11 Medan yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian di sekolah tersebut.
6. Ibu Supraba Ika Sari, M.Pd selaku guru Biologi di SMA Negeri 11 Medan yang telah berkenan menjadi guru pamong sekaligus validator Ahli Praktisi Lapangan (Guru Biologi) *Virtual Laboratory* dalam penelitian ini.
7. Bapak Syaiful Bahri Panjaitan, S.P, M.Agric, Sc selaku validator Ahli Materi *Virtual Laboratory* dalam penelitian ini.

8. Bapak Dr. Zaini Dahlan, M.Pd.I selaku validator Ahli Materi Nilai-nilai Islam *Virtual Laboratory* dalam penelitian ini.
9. Bapak Ahmad Taufik Al Afkari Siahaan, S.Pd, M.Kom selaku validator Ahli *Virtual Laboratory* dalam penelitian ini.
10. Ibu Syarifah Widya Ulfa, M.Pd selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi untuk menyelesaikan kegiatan Akademik dengan baik.
11. Dosen Program Studi Tadris Biologi, ibu Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd, ibu Miza Nina Adlini, M.Pd, ibu Khairuna, M.Pd, dan ibu Miftahul Khairani, M.Pd yang dengan tulus telah memberikan bimbingan mengenai penulisan karya ilmiah.
12. Orang tua saya, ayahanda Ruslan dan ibu Leni Eriani Lubis atas motivasi, do'a restu, dan pengorbanan yang tak ternilai kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
13. Seluruh pihak yang telah bersumbangsih dalam penyelesaian skripsi.

Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga Allah SWT memberikan balasan kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, 28 Maret 2021

Penulis,

Adi Hartono

NIM. 0310171025

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii

BAB 1 PENDAHULUAN

A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	7
C. Identifikasi Masalah	7
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian.....	8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Hakikat Media Pembelajaran.....	10
1. Defenisi Media Pembelajaran	10
2. Peran dan Kedudukan Media dalam Pembelajaran	12
3. Fungsi dan Peran Media dalam Pembelajaran.....	13
B. Media Pembelajaran Interaktif <i>Virtual Laboratory</i>	14
1. Konsep Dasar <i>Virtual Laboratory</i>	14
2. Keunggulan Penggunaan <i>Virtual Laboratory</i>	17
C. <i>Adobe Animate</i>	17
D. Andaliman (<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>) sebagai Potensi Tumbuhan Lokal di Sumatera Utara	20
1. Deskripsi Tumbuhan Andaliman (<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>)	20
2. Kandungan Senyawa Bioaktif Andaliman (<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>)	23
3. Potensi Pemanfaatan Andaliman (<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>)	24
E. Kultur Jaringan Tumbuhan.....	25

F. Kultur Jaringan Tumbuhan dalam Perspektif Islam	30
G. Penelitian Lain yang Relevan	39

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian	43
B. Tempat dan Waktu Penelitian	45
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	45
1. Populasi.....	45
2. Sampel	45
D. Defenisi Operasional	46
E. Variabel dan Parameter Penelitian	47
F. Instrumen Pengumpulan Data	49
G. Teknik Pengumpulan Data	50
H. Teknik Analisis Data	51
I. Prosedur Penelitian	55

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	56
B. Pembahasan.....	79

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	95
B. Saran.....	96

DAFTAR PUSTAKA	97
-----------------------------	-----------

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Lembar Kuesioner Analisis Kebutuhan Belajar oleh Siswa ..	111
Lampiran 2: Daftar Pertanyaan Wawancara kepada Guru Biologi.....	119
Lampiran 3: Lembar Validasi oleh Validator Ahli Materi.....	122
Lampiran 4: Lembar Validasi oleh Validator Ahli Materi Nilai-nilai Islam	137
Lampiran 5: Lembar Validasi oleh Validator Ahli Media <i>Virtual Laboratory</i>	144
Lampiran 6: Lembar Validasi oleh Validator Ahli Praktisi Lapangan	174
Lampiran 7: Lembar Kuesioner oleh Siswa.....	191
Lampiran 8: Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian Skripsi	194
Lampiran 9: Bukti Pengisian Lembar Validasi oleh Validator Ahli Materi	195
Lampiran 10: Bukti Pengisian Lembar Validasi oleh Validator Ahli Materi Nilai-nilai Islam	210
Lampiran 11: Bukti Pengisian Lembar Validasi oleh Validator Ahli Media <i>Virtual Laboratory</i>	218
Lampiran 12: Bukti Pengisian Lembar Validasi oleh Validator Ahli Praktisi Lapangan (Guru Biologi)	246
Lampiran 13: Hasil Pengisian Kuesioner Siswa	262
Lampiran 14: Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	267
Lampiran 15: Surat Izin Riset Skripsi.....	268
Lampiran 16: Surat Balasan Riset Skripsi	269

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel dan Paramater Penelitian dan Pengembangan <i>Virtual Laboratory</i>	47
Tabel 3.2 Kategori Nilai Validasi <i>Virtual Laboratory</i>	52
Tabel 3.3 Interpretasi Nilai Hasil Validasi <i>Virtual Laboratory</i>	53
Tabel 3.4 Kriteria Interpretasi Respon Siswa	54
Tabel 4.1 Respon Siswa terhadap Kebutuhan Pembelajaran Biologi.....	56
Tabel 4.2 <i>Storyboard Virtual Laboratory</i> Kultur Jaringan Tumbuhan Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal.....	66
Tabel 4.3 Saran dan Komentar Validator terhadap <i>Virtual Laboratory</i>	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan Menu <i>Adobe Animate</i>	19
Gambar 4.1 Rancangan Animasi <i>Virtual Laboratory</i> Menggunakan <i>Adobe Illustrator</i> : a) Animasi Alat dan Bahan serta Menu Utama, b) Animasi Eksplan, c) Animasi Aklimatisasi	68
Gambar 4.2 Rancangan Integrasi Animasi <i>Virtual Laboratory</i> Menggunakan <i>Adobe Animate</i> : a) Mekanisme Pengerjaan Sterilisasi Alat, b) Mekanisme Pengerjaan Sterilisasi Eksplan, c) Mekanisme Pengerjaan Penanaman Plantlet ke Lingkungan <i>In Vivo</i> , d) Mekanisme Pengerjaan Tahap Akhir Praktikum	69
Gambar 4.3 Tampilan <i>Dashboard Virtual Laboratory</i> yang Dikembangkan: a) Menu Materi, b) Menu Prosedur Kerja Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan, c) Menu Daftar Pustaka, d) <i>Test</i> Formatif.....	70
Gambar 4.4 Daftar Sub Menu yang terdapat dalam Menu Materi <i>Virtual Laboratory</i> Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan	70
Gambar 4.5 Tampilan Kompetensi Dasar (KD) Materi Kultur Jaringan Tumbuhan pada <i>Virtual Laboratory</i>	71
Gambar 4.6 Tampilan Kompetensi Dasar (KD) Materi Kultur Jaringan Tumbuhan pada <i>Virtual Laboratory</i>	72
Gambar 4.7 Tampilan Beberapa Sub Menu Landasan Teori Materi Kultur Jaringan Tumbuhan pada <i>Virtual Laboratory</i> : a) Defenisi Bioteknologi, b) Bioteknologi Kultur Jaringan, c) Pembagian Bioteknologi, d) Konsep Bioteknologi dalam Perspektif Islam, e) Klasifikasi dan Ciri-ciri Andaliman, f) Kultur Jaringan dalam Perspektif Islam	73
Gambar 4.8 Tampilan Beberapa Prosedur Kerja Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan pada <i>Virtual Laboratory</i> : a) Sterilisasi Alat, b) Sterilisasi Eksplan, c) Induksi Sub Kultur, d) Somatik Embriogenesis	74
Gambar 4.9 Tampilan Daftar Pustaka Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan pada <i>Virtual Laboratory</i>	75

Gambar 4.10 Tampilan Tampilan Menu *Quiz* pada *Virtual Laboratory*: a) Tampilan Awal *Quiz*, b) Tampilan Soal 75

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Persentase Kevalidan <i>Virtual Laboratory</i> Kultur Jaringan Tumbuhan Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal	76
Grafik 4.2 hasil Validasi oleh Validator Praktisi Lapangan (Guru Biologi) dan Respon Siswa terhadap Pengembangan <i>Virtual Laboratory</i>	78
Grafik 4.3 Persentase Respon Siswa dan Rerata Persentase Kevalidan <i>Virtual Laboratory</i> Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal	79

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan adalah proses transformasi pengetahuan, nilai-nilai, dan keterampilan yang diberikan oleh pendidik kepada siswa dalam suatu mekanisme pembelajaran. Proses ini dilakukan agar peserta didik dapat membina kepribadian serta mengembangkan kemampuan dan potensi yang dimiliki. Sehingga, mereka dapat memiliki nilai-nilai bagi dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara.¹ Proses tersebut dapat dilakukan dengan menyeleraskan antara pengembangan potensi diri secara integral dan seimbang antara dimensi fisik (*jismiyah*) dan psikis (*ruhiyah*) peserta didik.²

Hal yang sama juga terdapat dalam Undang-undang No. 20 Tahun 2003 yang menyatakan bahwa:

“Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat bangsa dan negara.”³

Dalam hal ini, Allah SWT akan mengangkat derajat orang-orang yang menuntut ilmu sebagaimana firman Allah SWT berikut:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ ۗ وَإِذْقِيلَ
انْسُرُوا ۗ فَإِنَّشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ ۗ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ۗ وَاللَّهُ بِمَا
تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ (١١)

¹ Prof. Chomaidi dan Salamah. 2018. *Pendidikan dan Pengajaran: Strategi Pembelajaran Sekolah*. Jakarta: PT. Grasindo, h. 11.

² Prof. Dr. Al Rasyidin, M. Ag. 2019. *Pendidikan Islami: Filosofi dan Aplikasi*. Medan: Perdana Publishing, h.24.

³ Departemen Pendidikan Nasional. 2003. *Undang-Undang Republik Indonesia No.20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta : Depdiknas, h.1.

Artinya: “Hai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu: “Berlapang-lapanglah dalam majlis”, maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: “Berdirilah kamu”, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang berilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa-apa yang kamu kerjakan.” (Q. S Al-Mujadalah: 11).⁴

Ayat di atas menjelaskan bahwa setiap orang yang menuntut ilmu pengetahuan akan mendapatkan kemuliaan di sisi Allah SWT. Hal ini sejalan dengan konteks pembelajaran yang diberikan pada siswa untuk menggali ilmu pengetahuan dan melakukan eksplorasi terhadap perkembangan kemampuan dan potensi yang dimilikinya. Oleh karena itu, sangat diperlukan komponen pembelajaran yang mendukung agar siswa dapat mengikuti mekanisme pembelajaran secara maksimal.

Di samping itu, Biologi merupakan salah satu bidang sains yang memberikan berbagai pengalaman belajar seperti memahami konsep dan proses sains. Proses sains dalam biologi dapat meliputi kegiatan observasi, eksperimen, dan analisis rasional sehingga dihasilkan fakta dan konsep.⁵ Pentingnya proses sains dalam pembelajaran biologi juga tercermin dari tuntutan kurikulum 2013 yakni pada beberapa kompetensi dasar yang mengharuskan adanya kegiatan pengamatan, percobaan, dan simulasi. Tuntutan kegiatan tersebut harus dilakukan agar dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan kurikulum 2013.⁶

Proses sains dapat diinternalisasikan pada siswa melalui praktikum. Melalui kegiatan ini, siswa diarahkan untuk dapat mengembangkan keterampilan dan sikap ilmiah melalui karakteristik pendekatan ilmiah (*scientific approach*) dengan menerapkan prinsip metode ilmiah sesuai

⁴ Kementerian Agama Republik Indonesia. Al-Qur'an dan Terjemahannya, h. 542.

⁵ Widi Cahya Adi, Suratno & Mochammad Iqbal. 2016. Pengembangan *Virtual Laboratory* Sistem Ekskresi dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*, Vol 4(4), 130-136.

⁶ Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Pedoman Kegiatan Pendampingan Implementasi Kurikulum 2013 bagi Pengawas Sekolah, Kepala Sekolah, dan Guru Inti*. Jakarta: Pusbang Tendik Kemdikbud.

dengan Kurikulum 2013.⁷ Praktikum Biologi erat kaitannya dengan laboratorium yang menjadi tempat untuk memanufaktur pemanfaatan alat dan bahan dalam mekanisme kegiatan praktikum.⁸ Akan tetapi, sejumlah permasalahan sering muncul tatkala kegiatan praktikum seperti kurangnya peran guru dalam mengondisikan kegiatan praktikum serta keterbatasan alat dan bahan praktikum.⁹

Sementara itu, di abad ke-21 ini ditandai dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi digital dan komunikasi. Hal ini berimplikasi terhadap dunia pendidikan di Indonesia yang menekankan adanya peningkatan kompetensi literasi teknologi untuk menunjang mekanisme pembelajaran. Dengan demikian, sangat ditekankan pada peningkatan kecakapan abad ke-21 sebagai realita pendidikan global yang mengakomodasi kebutuhan *output* pendidikan di era digital. Untuk mendukung keberhasilan di era digital sangat diperlukan basis keterampilan dalam era digital yang ditanamkan dalam pembelajaran antara lain, keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, berkomunikasi, dan kolaborasi.¹⁰

Di sisi lain, tak dapat dipungkiri bahwa saat ini negara-negara di dunia termasuk Indonesia sedang dilanda wabah virus *Corona* yang membawa dampak penyebaran Covid 19. Kondisi ini berpengaruh terhadap setiap lini kehidupan manusia termasuk bidang Pendidikan.¹¹ Dengan demikian, untuk mencegah penularan Covid 19, Pemerintah telah mengambil

⁷ Ni Wayan Sri Darmayanti, I Komang Wisnu Budi Wijaya & Haifaturrahmah. 2020. *Buku Panduan Praktikum IPA Terpadu Berpendekatan Literasi Sainifik dengan Berorientasi pada Lingkungan Sekitar*. Bali: Nilacakra, h. 2.

⁸ Anton Ruchiat, Khairuddin Nasution & Oris Krianto Sulaiman. 2019. Perancangan Aplikasi Kegiatan Praktikum Online Menggunakan Sistem *Indexing Algolia Driver*. *Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, Vol. 4(1); 137-141.

⁹ Larasati Dhian Pertiwi, Berti Yolida & Rini Rita T. Marpaung. 2017. Analisis Praktikum dan Permasalahannya Materi Organisasi Kehidupan kelas VII se-Kecamatan Sukarame. *Jurnal Bioterdidik*, Vol. 1(2); 1-15.

¹⁰ Rayinda Dwi Prayogi dan Rio Estetika. 2019. Kecakapan Abad 21: Kompetensi Digital Pendidik Masa Depan. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, Vol. 14 (2); 144-151.

¹¹ Taufik dan Hardi Wasono. 2020. Birokrasi Baru untuk Era New Normal: Tinjauan Model Perubahan Birokrasi dalam Pelayanan Publik di Era Covid 19, *Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, Vol. 2(1); 1-18.

kebijakan untuk mewajibkan setiap orang melakukan isolasi, *social and physical distancing*, hingga Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). Kondisi ini mewajibkan seluruh masyarakat untuk tetap *stay at home*, bekerja, beribadah, dan belajar dari rumah. Lembaga Pendidikan juga harus mematuhi aturan pemerintah tersebut dalam melakukan mekanisme pembelajaran.¹²

SMA Negeri 11 Medan merupakan salah satu sekolah yang mengalami kesulitan dalam menjalankan kegiatan praktikum Biologi. Menurut hasil pra *survey* melalui kegiatan wawancara pada tanggal 6 Januari 2021 dengan ibu Supraba Ika Sari, M.Pd selaku guru Biologi kelas XII di SMA Negeri 11 Medan menyatakan bahwa sekolah tersebut belum melaksanakan praktikum Biologi secara rutin khususnya pada materi Bioteknologi pokok bahasan Kultur Jaringan karena keterbatasan alat dan bahan serta membutuhkan biaya yang relatif mahal untuk melaksanakan praktikum tersebut secara langsung. SMA Negeri 11 Medan juga sukar mendapatkan media yang efektif dalam menyampaikan materi dan pokok bahasan tersebut karena menuntut adanya kegiatan pengamatan, percobaan, dan simulasi. Selain itu, kurangnya integrasi antara nilai-nilai Islam ke dalam pelajaran Biologi, khususnya pada materi tersebut menyebabkan melemahnya penguatan nilai-nilai religius dalam pembelajaran Biologi di SMA Negeri 11 Medan. Padahal, internalisasi nilai-nilai Islam ke dalam pembelajaran dapat menguatkan ketercapaian tujuan Kurikulum, khususnya pada KI 1 mengenai kompetensi sikap spiritual karena adanya proses edukasi *qur'ani* yang dapat memperkokoh jiwa spiritual siswa.¹³ Potensi lokal yang dapat dihubungkan dalam pembelajaran juga kurang mendapat perhatian dalam pembelajaran Biologi di SMA Negeri 11 Medan. Padahal, Sumatera Utara memiliki banyak tumbuhan yang berpotensi sebagai kearifan lokal yang dapat dimasukkan

¹² Aan Widiyono. 2020. Efektivitas Perkuliahan Daring (*Online*) pada Mahasiswa PGSD di Saat *Pandemi Covid 19*. *Jurnal Pendidikan*, Vol. 8(2); 169-177.

¹³ Nirwani Jumala dan Abubakar. 2019. Internalisasi Nilai-nilai Spiritual Islami dalam Kegiatan Pendidikan. *Jurnal Serambi Ilmu*, Vol. 20(1), 160-172.

dalam konteks pembelajaran Biologi, khususnya sistem perbanyakan tumbuhan menggunakan metode Kultur Jaringan.

Salah satu tanaman khas Sumatera Utara yang menjadi kearifan lokal ialah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*).¹⁴ Namun, eksistensi keberadaan Andaliman mengalami ancaman dikarenakan para petani Andaliman masih melakukan perbanyakan Andaliman menggunakan metode konvensional perkecambahan biji. Padahal, perbanyakan Andaliman secara generatif sangat rendah yaitu sekitar 14 %. Sehingga, diperlukan metode perbanyakan Andaliman yang tepat untuk dapat memproduksi Andaliman secara efektif.¹⁵ Metode yang tepat dalam melakukan perbanyakan tanaman tersebut ialah dengan memanfaatkan teknologi di bidang pertanian berupa teknik perbanyakan tanaman secara *in vitro* atau Kultur Jaringan. Metode ini dihasilkan dari proses perkembangan Bioteknologi modern untuk memelihara dan melestarikan suatu spesies tanaman, khususnya Andaliman.¹⁶

Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan kemampuan proses sains dan keterampilan teknologi siswa sesuai tuntutan Kurikulum 2013 dan kompetensi abad ke-21 sekaligus mengasah karakter religius dan menambah wawasan tentang upaya pelestarian potensi tumbuhan lokal Sumatera Utara di tengah *Pandemi Covid 19* dan *era new normal* dibutuhkan suatu media pembelajaran interaktif yang dapat mengatasi terhambatnya kegiatan praktikum Biologi secara tatap muka. *Virtual Laboratory* merupakan suatu media pembelajaran interaktif yang mampu mengatasi permasalahan tersebut karena media ini dapat mensimulasikan kegiatan praktikum seolah-olah pengguna berada pada laboratorium yang sebenarnya.¹⁷ *Virtual Laboratory* juga dapat mengatasi terhambatnya kegiatan praktikum, seperti

¹⁴ Marina Silalahi. 2018. Studi Etnobotani Tumbuhan Pangan yang Tidak Dibudidayakan oleh Masyarakat Lokal Sub-Etnis Batak Toba, di Desa Peadungdung, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, Vol. 8(2), 241-250.

¹⁵ Asbur Y. & Khairunnisyah. 2018. Pemanfaatan Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) sebagai Penghasil Minyak Atsiri, *Jurnal Kultivasi*, Vol. 17(1), 537-543.

¹⁶ Jean L. Marx. 2017. *Bioteknologi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, h. 272.

¹⁷ Deni Ainur Rokhim, Muhammad Roy Asrory & Hayuni Retno Widari. 2020. Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pintar. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, Vol. 3(2); 213-226.

mensimulasikan konsep dan materi yang abstrak serta kurangnya ketersediaan alat dan bahan di laboratorium yang sebenarnya.¹⁸ Berdasarkan hal tersebut, perlu dikembangkan *Virtual Laboratory* pada materi Bioteknologi pokok bahasan Kultur Jaringan, sehingga mampu mengatasi permasalahan pembelajaran dan keterhambatan kegiatan praktikum kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan.

Penelitian tentang pengembangan *Virtual Laboratory* pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Rokhim (2020) dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan *Virtual Laboratory* sangat bermanfaat untuk menunjang kegiatan praktikum. Hartini (2019) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa *Virtual Laboratory* layak untuk diterapkan dalam pembelajaran serta dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada topik Kultur Jaringan. Chairani (2019) dalam penelitiannya menambahkan bahwa *Virtual Laboratory* sangat praktis dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran dan memberikan hasil belajar yang signifikan pada peserta didik. Akan tetapi, pengembangan *Virtual Laboratory* pada materi Bioteknologi pokok bahasan Kultur Jaringan terintegrasi nilai-nilai Islam dan potensi lokal belum pernah dilakukan oleh peneliti manapun. Oleh karena itu, orisinalitas penelitian ini terletak pada substansi materi, tempat penelitian, objek dan subjek yang akan diteliti.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka perlu diadakan penelitian dengan judul, “Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Materi Bioteknologi Pokok Bahasan Kultur Jaringan Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal di SMA Negeri 11 Medan”. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk mengembangkan *Virtual Laboratory* sebagai media pembelajaran yang dapat diimplementasikan untuk mengantisipasi terhambatnya kegiatan praktikum secara tatap muka di laboratorium.

¹⁸ Hartini, Erelia Narulita & Mochammad Iqbal. 2019. Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Topik Kultur Jaringan Tumbuhan untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Veteran*, Vol. 3(1); 1-16.

B. Batasan Masalah

Dalam hal ini, batasan masalah diperlukan agar penelitian yang dilakukan lebih terfokus pada permasalahan yang hendak diteliti. Penelitian ini berfokus pada pengembangan *Virtual Laboratory* Kultur Jaringan Andaliman Terintegrasi Nilai-nilai Islam kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan.

C. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka identifikasi masalah dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut, yaitu:

1. Keterampilan proses sains pada peserta didik kelas XII IPA di SMA Negeri Medan masih tergolong rendah yang ditandai dengan kurangnya kegiatan praktikum di sekolah tersebut.
2. Kegiatan praktikum Biologi kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan mengalami hambatan karena adanya *Pandemi Covid 19* yang mengharuskan seluruh peserta didik belajar secara daring.
3. Kegiatan praktikum Biologi pada materi Bioteknologi kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan masih mengalami kendala karena kurangnya alat dan bahan untuk melakukan praktikum tersebut.
4. Kurangnya penguatan nilai-nilai religius pada kegiatan praktikum Biologi di SMA Negeri 11 Medan.
5. Pelaksanaan proses pembelajaran Biologi di SMA Negeri 11 Medan selama ini belum memanfaatkan konsep potensi lokal secara optimal.
6. Kurangnya media pembelajaran interaktif pada kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan yang mampu mengasah dan menginternalisasikan kecakapan literasi teknologi sebagai salah satu tuntutan kompetensi di abad ke-21.
7. Penelitian tentang Pengembangan *Virtual Laboratory* sebagai media pembelajaran interaktif berbasis teknologi di SMA Negeri 11 Medan belum pernah dilakukan oleh peneliti lain.

D. Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut, yaitu “Bagaimanakah pengembangan *Virtual Laboratory* pada materi pokok Bioteknologi pokok bahasan Kultur Jaringan terintegrasi nilai-nilai Islam dan potensi lokal di SMA Negeri 11 Medan?”.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan, “untuk mengetahui pengembangan *Virtual Laboratory* pada materi pokok Bioteknologi pokok bahasan Kultur Jaringan terintegrasi nilai-nilai Islam dan potensi lokal di SMA Negeri 11 Medan”.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat dalam dua aspek yang dapat dijabarkan sebagai berikut, yaitu:

1. Manfaat teoritis

Secara teoritis, penelitian ini bermanfaat dalam memberikan gambaran mengenai analisis Pengembangan *Virtual Laboratory* pada materi pokok Bioteknologi yang diharapkan dapat menjadi bahan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dalam mendukung teori-teori yang telah ada berdasarkan dengan masalah yang diteliti dan juga dapat menjelaskan sumber bacaan dan informasi tambahan dalam mengkaji persoalan masalah yang sesuai dengan hasil penelitian.

2. Manfaat praktis

Secara praktis, penelitian ini memberikan manfaat dan kontribusi terhadap:

a. Bagi sekolah

Hasil penelitian ini memberikan sumbangsih terhadap pengembangan dan peningkatan kualitas pembelajaran Biologi melalui media praktikum *virtual* sebagai penguat sumber belajar di SMA Negeri 11 Medan.

b. Bagi guru Biologi

Hasil penelitian ini dapat menambahkan media pembelajaran dan media praktikum yang digunakan dalam pembelajaran secara bervariasi, sehingga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan keprofesionalitasan seorang guru.

c. Bagi peserta didik

Hasil penelitian ini dapat membantu meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa, membantu siswa dalam meningkatkan variasi belajar siswa dan dapat memahami materi pelajaran dengan sistematis yang disajikan guru Biologi melalui penerapan pengaruh *Virtual Laboratory* pada pembelajaran Biologi.

d. Bagi peneliti

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai pengalaman dan pengetahuan baru mengenai pengembangan media pembelajaran yang layak dan menarik bagi peserta didik.

e. Bagi peneliti lain

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan perbandingan dan rujukan, khususnya bagi peneliti lain yang ingin melakukan konteks penelitian serupa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hakikat Media Pembelajaran

1. Defenisi Media Pembelajaran

Secara etimologi, kata “media” berasal dari bahasa latin “*medium*” yang bermakna perantara. Sedangkan, dalam bahasa Arab kata “media” berasal dari kata “*wasaila*” yang berarti proses pengiriman pesan kepada penerima pesan.¹⁹ Sementara itu, pembelajaran merupakan perubahan perilaku secara permanen dan terjadi karena adanya pengalaman belajar. Pembelajaran mengandung 3 aspek penting yaitu perubahan, bersifat kontinyu dan berkesinambungan, serta turut melibatkan pengalaman.²⁰ Sehingga, media pembelajaran dapat didefinisikan sebagai suatu pengantar pesan untuk memberikan stimulus pikiran, perasaan, pikiran, dan perhatian agar peserta didik dapat terdorong dan terlibat dalam pembelajaran melalui proses komunikasi.²¹

Media pembelajaran dapat mendukung keberhasilan belajar siswa melalui fungsi yang optimal dalam proses kognitif dan interaksi positif yang berdampak pada pengembangan motivasi siswa. Proses tersebut harus memenuhi beberapa indikator berikut, yaitu²²:

- a. Atribusi (*attribution*), yaitu usaha untuk mencapai prestasi tertentu.
- b. Motivasi penguasaan (*mastery motivation*), yaitu orientasi yang berupaya untuk menguasai suatu keterampilan tertentu.
- c. Efikasi diri (*self-efficacy*), yaitu keyakinan untuk menguasai sesuatu dan menghasilkan sesuatu secara positif.

¹⁹ Rudy Sumiharsono dan Hisbiyatul Hasanah. 2017. *Media Pembelajaran: Buku Bacaan Wajib Dosen, Guru dan Calon Pendidik*. Jember: Pustaka Abadi, h. 9.

²⁰ Stephen P. Robbins dan Timothy A. Judge. 2008. *Perilaku Organisasi*. Jakarta: Salemba, h. 69.

²¹ Mustofa Abi Hamid, dkk. 2020. *Media Pembelajaran*. Medan: Yayasan Kita Menulis, h. 3.

²² Dr. Nurussakinah Daulay, M. Psi, Psikolog. 2019. *Psikologi Pendidikan dan Permasalahan Umum Peserta Didik*. Medan: Perdana Publishing, h. 98.

- d. Penentuan tujuan (*goal setting*), perencanaan (*planning*), dan pemantauan diri (*self monitoring*).

Batasan mengenai defenisi media yang digunakan dalam pembelajaran dapat dijelaskan sebagai berikut²³:

- a. Menurut *Association of Education Communication Technology* (AECT), mendefenisikan media pembelajaran sebagai segala bentuk saluran yang dimanfaatkan dalam proses penyampaian pesan.
- b. Menurut *Nasional Education Association* (NEA), media pembelajaran merupakan sebuah perangkat yang dapat dimanipulasikan, didengar, dilihat, dibaca, beserta instrumen yang digunakan dengan baik dalam kegiatan belajar mengajar yang dapat mempengaruhi efektivitas program pembelajaran secara instruksional.
- c. Menurut Gagne dan Briggs (1974) memberikan defenisi media pembelajaran sebagai suatu media yang ditujukan untuk mentransfer isi materi pelajaran yang dapat memberikan stimulus kepada siswa untuk aktif mengikuti pembelajaran.
- d. Menurut Heinich (1996) media pembelajaran merupakan alat saluran komunikasi seperti film, televisi, diagram, bahan tercetak (*printed material*), komputer, dan instruktur.
- e. Menurut Daryanto (2010) media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat dimanfaatkan dalam menyampaikan pesan pembelajaran, sehingga dapat menstimulus perhatian, minat, pikiran, dan perasaan peserta didik pada kegiatan belajar untuk mencapai tujuan.

Dalam perspektif Islam, Allah SWT menggambarkan media pembelajaran visual sebagaimana yang tertera dalam firman Allah SWT berikut ini.

وَعَلَّمَ آدَمَ الْأَسْمَاءَ كُلَّهَا ثُمَّ عَرَضَهُمْ عَلَى الْمَلَائِكَةِ فَقَالَ أَنْبِئُونِي بِأَسْمَاءِ هَؤُلَاءِ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ ﴿٣١﴾

²³ *Ibid.*, hlm. 4.

Artinya: “Dan Allah SWT mengajarkan kepada Adam nama-nama benda, kemudian benda-benda tersebut dibawa kepada Para Malaikat lalu Allah SWT berfirman: "Sebutkanlah kepada-Ku nama benda-benda itu jika kamu memang yang benar” (Q.S Al-Baqarah: 31).²⁴

Ayat di atas mengisyaratkan bahwa Allah SWT mengajarkan kepada Adam nama-nama benda melalui media visual berupa seluruh benda yang ada dipermukaan bumi. Lalu, Allah SWT memerintahkan kepada malaikat untuk menyebutkannya, yang sebenarnya belum diketahui oleh malaikat. Benda-benda yang diajarkan tersebut tentunya telah berwujud dan memiliki gambaran bentuk sebagai benda konkrit.²⁵

Berdasarkan pemaparan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat menyampaikan pesan dari berbagai saluran yang dapat menstimulasikan pikiran, perasaan, dan motivasi peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Hal ini dilakukan demi terciptanya proses belajar yang interaktif dan menambah informasi baru pada diri siswa. Sehingga, tujuan pembelajaran dapat dicapai dengan baik.

2. Peran dan Kedudukan Media dalam Pembelajaran

Mekanisme pembelajaran merupakan suatu resultan yang terdiri dari sejumlah komponen yang saling mempengaruhi pencapaian tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan. Komponen-komponen tersebut meliputi: tujuan, materi, metode, media, dan evaluasi. Masing-masing komponen tersebut saling berkaitan erat menjadi satu kesatuan.²⁶ Pembelajaran menghendaki adanya stimulus yang diberikan oleh guru

²⁴ Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 6.

²⁵ Unang Wahidin dan Ahmad Syaefuddin. 2018. Media Pendidikan dalam Perspektif Pendidikan Islam. *Jurnal Pendidikan Islam*, Vol. 7(1); 47-66.

²⁶ Rohani, S. Ag, M. Pd. 2019. *Media Pembelajaran*. Medan: FITK Press, h. 35.

melalui respon interaktif antara peserta didik dengan lingkungannya. Sehingga, guru memberikan peluang kepada peserta didik untuk berpikir dan memahami mengenai suatu hal yang dipelajari.²⁷

Rancangan pembelajaran diawali dari perumusan tujuan instruksional khusus sebagai pengembangan dari tujuan instruksional umum. Usaha untuk mendorong pencapaian tujuan pembelajaran dibantu oleh penggunaan alat bantu yang relevan dengan karakteristik komponen penggunaannya.²⁸ Apabila, setelah dilakukan evaluasi oleh guru ternyata masih ditemukan adanya hasil belajar yang kurang memadai, maka perlu dilakukan identifikasi aktivitas pembelajaran yang diterapkan. Termasuk penggunaan media dalam pembelajaran tersebut yang turut mempengaruhi *outcomes* pemahaman siswa. Dengan demikian, media berkedudukan sebagai penunjang efektivitas pembelajaran dan memberikan pengaruh positif terhadap faktor-faktor yang turut terlibat secara langsung dalam mekanisme pembelajaran.²⁹

3. Fungsi dan Peran Media Pembelajaran

Levie dan Lentz (1982) mengungkapkan bahwa terdapat empat fungsi media pembelajaran, yaitu³⁰:

- a. Fungsi atensi, yaitu menarik konsentrasi siswa kepada konten pelajaran yang sedang diberikan.
- b. Fungsi afektif, yaitu melatih emosi siswa agar dapat memiliki sikap ketertarikan terhadap materi yang diajarkan.

²⁷ Sauli Farida Siregar. 2019. Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Kelas VII-2 melalui Pendekatan Pembelajaran Cara Belajar Siswa Aktif di SMP Negeri 29 Medan. *Jurnal Biolokus*, Vol. 2(2); 217-221.

²⁸ Rosyidi dan Abdul Wahab. 2017. *Media Pembelajaran Bahasa Arab*. Malang: UIN Maliki Malang, h. 73.

²⁹ Drs. Rudi Susilana, M.Si dan Cepi Riyana, M.Pd. 2009. *Media Pembelajaran*. Bandung: CV. Wacana Prima, h. 5.

³⁰ Cecep Kustandi, M.Pd dan Dr. Daddy Darmawan, M.Si. 2020. *Pengembangan Media Pembelajaran: Konsep & Aplikasi Pengembangan Media Pembelajaran bagi Pendidik di Sekolah dan Masyarakat*. Jakarta: Kencana, h. 16.

- c. Fungsi kognitif, yaitu memudahkan siswa dalam mengerti dan menyimpan informasi penting yang terkandung dalam pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran secara maksimal.
- d. Fungsi kompensatoris, yaitu mengakomodasikan kemampuan siswa untuk mengingat materi pelajaran secara maksimal.

Adapun peran dan manfaat media pembelajaran dapat dijabarkan sebagai berikut, yaitu³¹:

- a. Media pembelajaran dapat menyajikan pesan dan informasi secara konkrit, sehingga dapat meningkatkan proses dan hasil belajar.
- b. Media pembelajaran dapat meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar siswa serta interaksi yang positif dengan lingkungannya.
- c. Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, alat, ruang, dan waktu.
- d. Media pembelajaran dapat memberikan kesamaan pengalaman belajar peserta didik, sehingga memungkinkan adanya interaksi secara langsung antara guru dengan siswa dan siswa dengan lingkungannya.

B. Media Pembelajaran Interaktif *Virtual Laboratory*

1. Konsep Dasar *Virtual Laboratory*

Virtual laboratory atau laboratorium virtual merupakan perangkat lunak multisensori yang bersifat interaktif untuk mensimulasikan praktikum-praktikum tertentu dengan mereplikasi kegiatan praktikum secara langsung di laboratorium konvensional. *Virtual laboratory* memungkinkan siswa untuk belajar dengan pendekatan studi kasus, berinteraksi dengan peralatan di laboratorium, melakukan eksperimen, menganalisis eksperimen, dan mengevaluasi proses praktikum yang dilakukan. Siswa dapat melihat ke dalam perangkat yang mereka

³¹ *Ibid.*, hlm. 20.

operasikan melalui tampilan visual, animasi, dan representasi kegiatan praktikum yang sesungguhnya.³²

Dalam pelaksanaannya, *Virtual laboratory* memerlukan perangkat keras untuk mendukung mekanisme operasionalnya. Perangkat ini terdiri dari *input* seperti, menekan tombol, menyentuh layar, atau gerakan tubuh pengguna. Jenis perangkat keras untuk mengoperasikan *Virtual laboratory* ini sangat beragam yang disesuaikan dengan kemajuan teknologi, mulai dari komputer, konsol (*Digital Player Console*), proyeksi dinding CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*), gawai (*mobile phone*), dan perangkat realitas virtual (*Head Mounted Display*).³³

Perangkat untuk menjalankan *Virtual laboratory* dapat menciptakan pengalaman imersi rendah (*low immersion*) maupun pengalaman imersi tinggi (*high immersion*). Penerapan *Virtual laboratory* yang dijalankan pada komputer (*desktop*) akan menghasilkan interaksi pembelajaran dengan imersi rendah karena siswa hanya dihadapkan pada tampilan grafis 2 dimensi dan simulasi praktikum hanya dibatasi oleh ruang kerja yang datar. Berbeda halnya dengan penerapan simulasi praktikum menggunakan perangkat *Head Mounted Display* (HMD) yang mampu menghasilkan sebuah lingkungan maya dan dapat berinteraksi dengan beberapa perangkat di dalamnya. Sehingga, praktikan dapat memperoleh pengalaman yang mendekati keadaan sesungguhnya (*high immersion*).³⁴

Virtual laboratory merupakan salah satu contoh penerapan media pembelajaran berbasis teknologi yang saat ini gencar dikembangkan untuk mengasah kemampuan literasi teknologi siswa. Media pembelajaran ini dapat digunakan untuk melaksanakan eksperimen berbasis penelitian ilmiah (*scientific research*) yang diintegrasikan ke dalam aktivitas pembelajaran melalui penyajian perangkat untuk meningkatkan motivasi

³² Wandah Wibawanto. 2020. *Laboratorium Virtual: Konsep dan Pengembangan Simulasi Fisika*. Semarang: LPPM Unnes, h. 3.

³³ *Ibid.*, hlm. 4.

³⁴ *Ibid.*, hlm. 5.

belajar, membangun keterampilan dasar penelitian (*basic skill experiment*), mempelajari metode dan pendekatan ilmiah (*method and scientific approach*), dan mendukung pembelajaran yang diajarkan.³⁵ Biologi sebagai salah satu pelajaran yang diterapkan melalui pendekatan proses sains dan pengembangan sikap ilmiah yang diperoleh dalam kegiatan praktikum memiliki kesesuaian dengan indikator yang dapat dicapai melalui penerapan *Virtual laboratory*.³⁶ Dengan demikian, *Virtual laboratory* dapat menjadi media pembelajaran yang tepat untuk melakukan simulasi praktikum berbasis penguatan literasi teknologi peserta didik. Media pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui penggabungan prinsip, prosedur, bahan ajar, dan design ke arah tujuan yang disesuaikan dengan tuntutan pragmatis kebutuhan peserta didik.³⁷

Dalam perspektif Islam, media pembelajaran berbasis teknologi diterangkan dalam Al-Qur'an sebagaimana yang tertuang dalam firman Allah SWT berikut ini.

قَالَتْ يَا أَيُّهَا الْمَلَأُوْا إِنِّي أُلْقِيَ إِلَيَّ كِتَابٌ كَرِيمٌ ﴿٢٩﴾ إِنَّهُ مِنْ سُلَيْمَانَ وَإِنَّهُ بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ ﴿٣٠﴾

Artinya: “Ratu Balqis: "Hai pembesar-pembesar, sesungguhnya telah dijatuhkan kepadaku sebuah surat yang mulia (29).

Sesungguhnya surat itu, dari Sulaiman dan sesungguhnya

³⁵ Endah Retnowati, dkk. 2018. *Character Education for 21st Century Global Citizens*. Yogyakarta: Routledge, h. 257.

³⁶ Yeni Suryaningsih. 2017. Pembelajaran Berbasis Praktikum sebagai Sarana Siswa untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi. *Jurnal Bio Educatio*, Vol. 2(2); 49-57.

³⁷ Prof. Dr. Syafaruddin, M. Pd. 2019. *Manajemen dan Strategi Pembelajaran*. Medan: Perdana Publishing, h. 57.

(isi)nya: "Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang (30) (Q.S An-Naml: 29-30).³⁸

Dalam tafsir Jalalain, dijelaskan bahwa penggalan cerita nabi Sulaiman A.S dan ratu Balqis di atas telah terjadi teknologi komunikasi yang canggih pada masa itu. Nabi Sulaiman A.S melalui burung hud-hud menyampaikan pesan kepada ratu Balqis, sehingga pesan tersebut tersampaikan dengan baik.³⁹ Hal ini memiliki hubungan analogi dengan konsep media pembelajaran berbasis teknologi yang memiliki peranan sebagai penyampai informasi dalam pembelajaran secara efektif dan efisien.

2. Keunggulan Penggunaan *Virtual Laboratory*

Menurut Rokhim (2020) beberapa keunggulan dari penggunaan *Virtual Laboratory* adalah sebagai berikut, yaitu⁴⁰:

- a. Refleksi dapat diterima dengan lebih cepat dan memperbaiki konsepsi dari materi yang dipelajari.
- b. Praktikum dapat dilaksanakan dengan biaya yang lebih terjangkau dan dapat dikerjakan dengan lebih aman.
- c. Siswa dapat belajar secara mandiri menggunakan instrumen dan merencanakan percobaan sesuai dengan petunjuk praktikum.
- d. Pemahaman konseptual siswa menjadi lebih baik melalui simulasi dan visualisasi yang memadai.

C. *Adobe Animate*

Adobe Animate merupakan salah satu program animasi pengembangan lebih lanjut dari *Adobe Flash*. *Adobe Animate* telah dilengkapi berbagai macam

³⁸ Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 379.

³⁹ Asy-Syuyuthi, J. dan Ibn Ahmad Al-Mahalliy, J., M. 2009. *Tafsir Jalalain*. Tasikmal: Pustaka Al-Hidayah, h. 97.

⁴⁰ Deni Ainur Rokhim, Muhammad Roy Asrori, dan Hayuni Retno Widarti. 2020. Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pintar. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, Vol. 3(2); 216-226.

fitur baru yang menjadi keunggulan dari *software* animasi tersebut. Misalnya, pada *Adobe Animate* telah didukung dengan animasi berbasis platform HTML5. Platform ini dapat meningkatkan kinerja pemrograman tanpa memperberat kerja *browser* dan tidak mengonsumsi daya baterai atau daya perangkat terlalu banyak.⁴¹

Adobe Animate merupakan program animasi multimedia yang dikembangkan oleh *Adobe System*. *Adobe Flash* merupakan pengembangan dari *Adobe Flash Professional*, *Macromedia Flash*, dan *Future Flash Animator*. Aplikasi ini dapat digunakan untuk merancang grafik dan animasi vektor serta mempublikasikannya untuk animasi, video *online*, situs dan aplikasi web, aplikasi internet, dan video games dengan luaran file bertipe SWF, EXE, APK (Android), dan IOS.⁴²

Adapun fitur mutakhir yang ditemukan pada *Adobe Animate* adalah sebagai berikut, yaitu⁴³:

1. Adanya daya dukung untuk HTML5.
2. Mengekspor simbol dan urutan animasi secara cepat dalam menghasilkan *sprite sheet* untuk meningkatkan performa *gaming*, alur kerja, dan *performance*.
3. Daya dukung dengan lebih mutakhir untuk Android dan IOS dengan *Adobe Animate player* terkini.
4. Mudah untuk memuat foto berukuran besar. Hal ini sebagai manifestasi karena adanya *Adobe Mercury Graphics Engine* yang mampu meminimalisir waktu *render*.

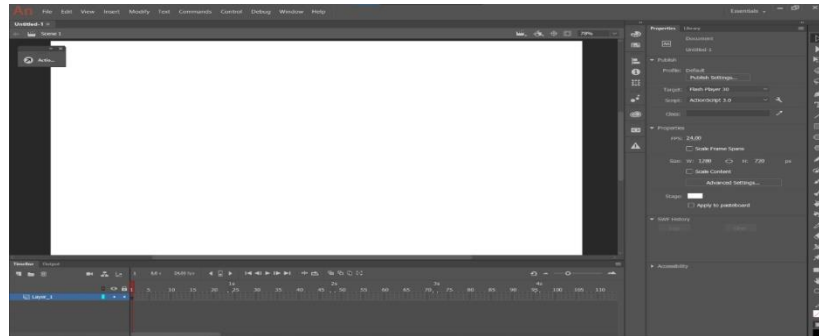
Secara umum, tampilan dan komponen program aplikasi *Adobe Animate* dapat dilihat sebagai berikut, yakni⁴⁴:

⁴¹ Jubile Enterprise. 2017. *Trik Cepat Menguasai Adobe Animate*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, h. 1.

⁴² Wandah Wibawanto. 2020. *Game Edukasi Role Play Game (RPG)*. Semarang: LPPM Unnes, h. 13.

⁴³ Yusep Maulana. 2018. *Jenius Membuat Mobile Edukasi Android: Solusi Cepat Belajar Membuat Aplikasi Multimedia Android*. Jakarta: CV. Mobidu Sinergi, h. 14.

⁴⁴ Myra Fergusson dan Chris Georgenes. 2017. *How to Cheat in Adobe Animate CC*. USA: CRC Press, h. 7-9.



Gambar 2.1 Tampilan Menu *Adobe Animate*
(Sumber: Dokumen Pribadi)

1. *Menu bar*, terletak pada baris menu yang berada di atas *stage* terdiri dari banyak elemen utama dan masing-masing memiliki sub menu perintah.
2. *Timeline*, yaitu panel yang berfungsi untuk mengontrol dan mengatur (*frame*) pergerakan animasi yang meliputi kecepatan animasi dan penempatan objek yang akan dibuat.
3. *Panel overview*, berfungsi untuk mengatur ulang susunan *layout* area kerja untuk menyesuaikan kebutuhan objek yang akan dibuat.
4. *Colour panel*, berfungsi untuk memberi dan mengatur komposisi warna pada objek yang akan dibuat.
5. *Property inspector*, digunakan untuk mengatur *setting stage*, atribut objek, penggunaan *filter*, hingga mempublikasikan *movie animate*. Selain itu, *properties panel* juga akan menyajikan informasi ukuran dan posisi objek yang sedang dipilih.
6. *Stage*, merupakan wilayah untuk mengatur penempatan materi animasi, seperti objek gambar, video, teks, dan tombol.

Adobe Animate dipilih untuk mengembangkan *Virtual Laboratory* dalam penelitian ini karena *software* ini mampu mengintegrasikan antara materi yang relevan dengan topik praktikum ke dalam praktek simulasi yang dapat diakses oleh siswa. Sehingga, siswa dapat melakukan praktikum seolah-olah siswa sedang melakukan praktikum secara langsung. Di samping itu, adanya fitur tambahan dalam *Adobe Animate* dapat menjadi nilai tambah dalam pengembangan *Virtual Laboratory*. Selain itu, kelebihan lain dari *Adobe Animate* yaitu mampu mengelola tampilan grafis dengan lebih baik, dapat memberikan

output berupa *multiplatform*, proses operasional relatif mudah, memiliki banyak fitur pendukung, dan memiliki fleksibilitas yang tinggi.⁴⁵

D. Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) sebagai Potensi Tumbuhan Lokal di Sumatera Utara

1. Deskripsi Tumbuhan Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*)

Andaliman merupakan tumbuhan yang berasal dari famili *Rutaceae* yang terdistribusi di Asia Selatan, China, Indo-China, dan Indonesia. Sebaran Andaliman di Indonesia hanya ditemukan di bagian Utara pulau Sumatera tepatnya di daerah Aceh dan Sumatera Utara. Tumbuhan ini paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat di sekitar kawasan danau Toba sebagai bumbu masak. Sehingga, tumbuhan ini menjadi ciri khas tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat suku Batak dan Tapanuli serta berpotensi untuk dibudidayakan di Sumatera Utara.⁴⁶

Menurut Tjitrosoepomo (2010) sistem klasifikasi Andaliman adalah sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Anak divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rutales
Famili	: Rutaceae
Genus	: <i>Zanthoxylum</i>
Spesies	: <i>Zanthoxylum acanthopodium</i>

Andaliman memiliki beberapa nama lokal yang berbeda, seperti *Andaliman* (Batak Toba), *Tuba* (Batak Simalungun), *Itir-itir* (Batak Karo), *Sinyar-nyar* (Batak Angkola). Buah yang digunakan sebagai bumbu masak

⁴⁵ Wandah Wibawanto. 2020. *Laboratorium Virtual Konsep dan Pengembangan Simulasi Fisika*. Semarang: LPPM Unnes, h. 20.

⁴⁶ Yati Nurlaeni dan Decky Indrawan Junaedi. 2018. Studi Ekologi Habitat, Teknik Perbanyakan dan Pengoleksian dalam Rangka Konservasi *Ex-Situ* Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* Dc.). *Jurnal Bioma*, Vol. 14(2); 79-88.

adalah buah yang masih hijau. Sementara itu, buah yang sudah kuning lazim dimanfaatkan sebagai bumbu arsik. Andaliman memiliki aroma yang khas serta citra rasa yang memberikan efek kelu atau mati rasa di lidah.

Andaliman termasuk ke dalam famili *Rutaceae*. Menurut Tjitrosoepomo (2010) famili *Rutaceae* berhabitus semak atau pohon dengan daun tunggal atau majemuk yang duduknya tersebar atau berhadapan tanpa daun penumpu. Dalam daun dan kulit batang terdapat kelenjar minyak yang terjadi secara skizolisigen. Bunga banci, *aktinomorfi* atau *zigomorfi* dengan kelopak bunga terdiri dari 4 hingga 5 daun kelopak yang berlekatan. Benang sari memiliki jumlah yang sama dengan daun mahkota atau 2 kali lipat dengan kepala sari menghadap ke dalam, beruang 2 dan membuka dengan celah membujur. Buah berbentuk seperti buah buni, buah batu, dan buah berkulit tebal dengan biji yang terkandung di dalamnya memiliki endosperm atau tidak memiliki endosperm dan kandung lembaga besar.⁴⁷

Genus *Zanthoxylum* memiliki ciri-ciri sebagai berikut: batang dan cabang tumbuhan memiliki duri sejati (*aculeus*), daunnya tersebar dan majemuk, daun majemuk menyirip beranak dan bakal buah apokarp atau semikarp. Satu bunga dapat menghasilkan 4 buah yang masing-masing buah tersebut mempunyai 1 biji.⁴⁸ Andaliman berhabitus semak dengan ketinggian yang mampu mencapai 6 m. Batangnya berkayu, bulat silinder dengan diameter 5-10 cm, dan berduri. Kulit batangnya berwarna abu-abu kehijauan hingga abu-abu kehitaman. Daunnya majemuk menyirip gasal, berhadapan dengan 3-7 anak daun. Perbungaannya aksilar, berupa bunga hermafrodit dengan kelopak berlekatan berwarna kuning hingga kuning kemerahan. Pada bunga memiliki benang sari 5 atau 6, anter berwarna kemerahan ungu sebelum bunga mekar, terdapat karpel 2-5, buah bumbung

⁴⁷ Gembong Tjitrosoepomo. 2010. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, h. 292.

⁴⁸ Melvariani Syari Batubara, Emita Sabri, dan Masitta Tanjung. 2020. Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* Dc.) terhadap Histologis Ovarium Mencit (*Mus Musculus* L.)". *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, dan Kesehatan*, Vol. 6(2); 196-209.

berwarna hijau hingga merah keunguan, terdapat kelenjar minyak, dan testa berwarna hitam mengkilap.⁴⁹

Perbanyakan Andaliman lazimnya dilakukan dengan menggunakan teknik perbanyakan generatif karena tanaman ini memproduksi biji dalam jumlah yang cukup banyak, dan perkecambahan biji tersebut umumnya dilakukan secara tradisional, yakni dengan menyemai biji tersebut di lahan persemaian. Proses persemaian ini memerlukan waktu sekitar 1 bulan. Lalu, jika sudah berkecambah tanaman tersebut dipindahkan ke polybag yang berisi tanah dan dibiarkan selama 2 bulan. Setelah itu, tanaman Andaliman tersebut dipindahkan ke lahan pertanaman yang telah disiapkan.⁵⁰

Akan tetapi, metode perbanyakan Andaliman secara generatif mengalami beberapa permasalahan, seperti daya kecambah biji Andaliman sangat rendah yaitu hanya 14 %, umur perkecambahan benih memerlukan waktu yang lama dan beranekaragam, serta dalam penyebarannya Andaliman tersebut membutuhkan perantara hewan lain. Sehingga, sistem budidaya tanaman Andaliman secara tradisional dinilai kurang efektif.⁵¹ Penerapan Kultur Jaringan dalam budidaya Andaliman yang diintegrasikan dalam media pembelajaran *Virtual Laboratory* diharapkan mampu memberikan konsep dan penjelasan mengenai metode perbanyakan tanaman untuk mengatasi permasalahan sistem perbanyakan tanaman Andaliman.

Selain itu, usaha untuk melestarikan Andaliman termasuk ke dalam gerakan *Environmentalisme*, yakni upaya yang dilakukan secara sistemik untuk sigap menyikapi berbagai masalah pelestarian makhluk hidup, konservasi lingkungan, dan restorasi. Berbagai upaya tersebut

⁴⁹ Angelia Utari Harahap, S.Pt., MP & Rikardo Silaban, S.Pt., M.Si. 2019. *Mengenal Potensi Merica Batak Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium)*. Medan, Pusantara, h. 22.

⁵⁰ Asbur, Y. & Khairunnisyah. (2018). Pemanfaatan Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) sebagai Tanaman Penghasil Minyak Atsiri. *Jurnal Kultivasi*, Vol. 17(1); 537-543.

⁵¹ *Ibid.*, hlm. 539.

dilaksanakan dengan maksud untuk melestarikan makhluk hidup dengan alasan potensi pemanfaatannya dan mengendalikan lingkungan alam.⁵²

2. Kandungan Senyawa Bioaktif Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*)

Menurut penelitian Sitanggang (2019) buah Andaliman mengandung senyawa *flavonoid*, *alkaloid*, *terpenoid*, dan *steroid*. Kandungan senyawa tersebut didapat dengan metode ekstraksi maserasi buah Andaliman menggunakan pelarut etil asetat. Senyawa bioaktif yang terkandung dalam buah Andaliman tersebut berkhasiat sebagai pertahanan mutu produk pangan dan antimikroba.⁵³ Ulfa (2020) juga melaporkan bahwa metabolit sekunder yang terkandung dalam buah Andaliman memiliki peran positif terhadap kesehatan manusia, seperti memberikan stimulasi sistem imun, antioksidan, antiinflamasi, antikarsinogenik, dan antibakteri. Khususnya, *flavonoid* yang berkhasiat sebagai imunostimultan dan antioksidan karena mampu menangkal radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh sehingga dapat menghindari terjadinya stres oksidatif.⁵⁴

Asbur (2018) mengungkapkan bahwa hasil ekstraksi Andaliman mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti *alkamides* pekat yang berasal dari asam karboksilat tak jenuh ganda, *flavonoid*, *alkaloid terpene*, *alkaloid benzophenridine*, *pyranoquinoline alkaloid*, *kwarter isoquinoline alkaloid*, *alkaloid aporyphirine*, dan beberapa jenis lignan. Selain itu, juga ditemukan kandungan terpenoid dan minyak atsiri yang menimbulkan aroma jeruk *limonene* dan *citronellol*. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa kandungan minyak atsiri dalam Andaliman berpotensi memberikan

⁵² Prof. Dr. Amir Abdul Halim., *et all.* 2015. *Ensiklopedia Sains Islami*. Tangerang: PT. Kamil Pustaka, h. 130.

⁵³ Fitri Maria Clarensia Sitanggang, Agus Slamet Duaniaji & I Desak Putu Kartika Pratiwi. 2019. Daya Hambat Ekstrak Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) dalam Etil Asetat terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, Vol. 8(3); 257-266.

⁵⁴ Rasyida Ulfa, dkk. 2020. Gambaran Leukosit setelah Pemberian Nanoenkapsulasi Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) pada Burung Puyuh Pascainduksi Imunosupresan Deksametason. *Jurnal Veteriner*, Vol. 21(2); 309-318.

aroma dan rasa yang khas pada masakan sekaligus diindikasikan dapat berperan sebagai antimikroba untuk mengawetkan makanan.⁵⁵

3. Potensi Pemanfaatan Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*)

Pada hakikatnya, alam semesta merupakan suatu tatanan kompleks yang bekerja berdasarkan ketentuan Allah SWT. Dalam alam semesta tersebut banyak ditemukan berbagai makhluk hidup yang memiliki manfaat dan dapat didayagunakan untuk keperluan makhluk hidup lain. Hal ini sebagaimana yang termaktub dalam firman Allah SWT:

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَّا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ
سَمَوَاتٍ ۗ قُلْ ۖ وَهُوَ بِكُلِّ
شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾

Artinya: “Dialah Allah, yang telah menciptakan segala sesuatu yang ada di bumi kemudian Dia menciptakan langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu” (Q.S Al-Baqarah: 29).⁵⁶

Ayat di atas menerangkan bahwa Allah SWT menciptakan seluruh makhluk yang ada di bumi untuk kepentingan manusia. Makhluk tersebut berpotensi untuk dimanfaatkan karena memiliki esensi secara ilmiah untuk dapat diolah dan disajikan menjadi suatu produk yang lebih berguna. Tumbuhan sebagai bagian dari makhluk hidup ciptaan Allah SWT yang berasal dari golongan organisme autotrof berkemampuan dalam memecah struktur kimiawi dan bio-anorganik lingkungan melalui proses fotosintesis untuk menghasilkan produk yang berguna bagi organisme heterotrof.⁵⁷

⁵⁵ Asbur, Y. & Khairunnisyah., *op. cit.*, hlm. 540.

⁵⁶ Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 5.

⁵⁷ Kementerian Agama Republik Indonesia. *loc. cit.*

Begitu pula dengan tanaman Andaliman yang tergolong ke dalam rempah-rempah khas Sumatera Utara memiliki banyak manfaat untuk masyarakat Sumatera Utara. Masyarakat di kabupaten Toba Samosir dan Tapanuli Utara lazim menggunakan buah Andaliman sebagai bumbu masak. Selain itu, bagian akar, kulit batang, dan daun Andaliman juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan sakit gigi, sakit perut, sakit pinggang, rematik, dan batuk.⁵⁸ Bagi masyarakat India, buah Andaliman digunakan sebagai obat tradisional untuk mengobati kelumpuhan dan berbagai jenis penyakit kulit, seperti bisul dan kusta.⁵⁹

E. Kultur Jaringan Tumbuhan

Bioteknologi modern merupakan penerapan reaksi-reaksi biologis yang dilakukan dengan teknik manipulasi genetik pada suatu jasad hidup. Teknik manipulasi ini terus berkembang ketika para ilmuwan berhasil memanipulasi DNA secara *in vitro*. Konsep ini terus berkembang sehingga menghasilkan penemuan DNA rekombinan atau rekayasa genetika, teknologi fermentasi, teknologi isolasi, dan purifikasi enzim.⁶⁰ Proses perkembangan Bioteknologi modern ini dijelaskan Allah SWT melalui firman-Nya berikut ini:

مَا آفَاءَ اللَّهُ عَلَىٰ رَسُولِهِ مِنْ أَهْلِ الْقُرَىٰ فَلِلَّهِ وَلِلرَّسُولِ وَلِذِي الْقُرْبَىٰ وَالْيَتَامَىٰ
وَالْمَسْكِينِ وَابْنِ السَّبِيلِ لَا كَيْفَ لَا يُكُونَ دُولَةً بَيْنَ الْأَغْنِيَاءِ مِنْكُمْ قُلْ وَمَا آتَاكُمُ
الرَّسُولُ فَخُذُوهُ وَمَا نَهَاكُمْ عَنْهُ فَانْتَهُوا ۚ وَاتَّقُوا اللَّهَ قُلْ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ ﴿٧﴾

Artinya: “Apa-apa harta rampasan yang diberikan oleh Allah SWT dan Rasul-Nya dari penduduk negeri orang kafir, maka ialah untuk Allah, untuk Rasul, untuk kerabat Rasul, anak-anak yatim, orang-

⁵⁸ Al Muzafri. 2019. Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) pada *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Sungkai*, Vol. 7(1); 122-126.

⁵⁹ Ratih Anggraeni. 2019. Uji Karakteristik Simplisia Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). *Jurnal Ilmiah Farmasi Imelda*, Vol. 3(2); 34-40.

⁶⁰ Triwibowo Yuwono. 2018. *Bioteknologi Pertanian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, h. 1-2.

*orang miskin dan musafir supaya jangan harta itu beredar antara orang-orang kaya saja di antara kamu. Apa-apa yang diberikan Rasul kepada kamu, hendaklah kamu ambil dan apa-apa yang dilarangnya, hendaklah kamu hentikan dan takutlah kepada Allah. Sungguh Allah amat keras siksaan-Nya” (Q.S Al-Hasyr: 7).*⁶¹

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menginstruksikan kepada sekalian manusia untuk selalu taat kepada Rasulullah SAW yang telah membawa risalah Islam yang sempurna dan mampu menjawab segala permasalahan yang dihadapi oleh manusia hingga hari kiamat. Allah SWT juga telah mewajibkan kepada umat manusia agar menyesuaikan segala macam aktivitas yang dilakukan dengan perintah dan larangan-Nya sebagaimana yang disampaikan oleh Rasulullah SAW. Bioteknologi modern hadir sebagai prinsip keilmuan dan penerapan yang dilandasi oleh eksperimen ilmiah. Sehingga penemuan dalam Bioteknologi modern bersifat universal dan sangat dianjurkan dapat memberikan manfaat bagi manusia. Adapun yang dimaksud dengan penyesuaian antara perintah dan larangan Allah SWT dengan kegiatan eksperimen dalam Bioteknologi modern ialah penerapan Bioetika berdasarkan perspektif Islam. Konsep tersebut dapat muncul sebagai salah satu esensi dalam ajaran Islam yang mewajibkan setiap manusia untuk mendayagunakan akal yang dimiliki melalui proses berpikir dan disertai dengan pembuktian kebenarannya secara empirik untuk menghayati keagungan dan kebesaran Allah SWT.⁶²

Dalam hal ini, terdapat 5 pilar yang menjadi landasan penerapan Bioetika dalam perspektif Islam, yaitu⁶³:

1. Kaidah niat, yaitu niat yang terkandung dalam diri seseorang tatkala hendak memulai sesuatu. Niat yang baik akan mencerminkan perkataan, perbuatan dan perilaku yang baik begitu pula sebaliknya. Penerapan

⁶¹ Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 546.

⁶² Prof. Dr. Hasan Bakti Nasution, M.A. 2016. *Metodologi Studi Pemikiran Islam*. Medan, Perdana Publishing, h.87.

⁶³ Nuraliah Ali. 2019. Urgensi Bioetika dalam Perkembangan Biologi Modern menurut Perspektif Islam. *Jurnal Binomial*, Vol. 2(1); 64-85.

Bioteknologi modern hendaknya selalu berazaskan niat yang baik agar memperoleh kebaikan dari Allah SWT.

2. Kaidah keyakinan, yaitu menghilangkan keraguan atas setiap perbuatan yang hendak dikerjakan. Pelaku yang terlibat dalam penerapan Bioteknologi modern harus memiliki pondasi keyakinan yang kuat dalam melakukan eksperimen maupun melakukan uji coba dan mendistribusikan produk kepada konsumen.
3. Kaidah kemudharatan, yakni upaya untuk menjauhkan manusia dari kemudharatan demi mencapai kemaslahatan umat manusia. Produk Bioteknologi modern yang dihasilkan harus dapat dirasakan manfaatnya bagi manusia.
4. Kaidah kesukaran, yaitu prinsip berdasarkan adanya kesulitan yang menghasilkan kebutuhan sehingga mendatangkan rukhsah (keringanan). Dalam hal ini, prosedur Bioteknologi modern harus didasarkan atas analisis kebutuhan berdasarkan masalah yang sedang dihadapi. Sehingga, produk yang dihasilkan akan lebih tepat sasaran dan mendatangkan banyak manfaat bagi manusia.
5. Kaidah kebiasaan ('*urf*'), yaitu suatu tata nilai yang dilandasi oleh *shahih*. *Shahih* merupakan segala sesuatu yang telah menjadi kebiasaan manusia dan tidak menyalahi dalil *syara'*. Dalam hal ini, implementasi Bioteknologi modern hendaknya menghindari pelanggaran terhadap aturan dan perintah Allah SWT.

Kultur Jaringan Tumbuhan merupakan salah satu penerapan Bioteknologi modern di bidang pertanian. Kultur Jaringan Tumbuhan adalah suatu metode perbanyakan tumbuhan dengan mengambil bagian-bagian tumbuhan, seperti protoplas, sel, sekelompok sel, jaringan, dan organ yang ditumbuhkan di lingkungan atau medium buatan yang steril atau aseptis. Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan dikembangkan berdasarkan teori Totipotensi sel. Menurut teori ini, sel dan protoplas tumbuhan memiliki

kemampuan berproliferasi membentuk jaringan hingga berkembang menjadi individu baru.⁶⁴

Dalam Kultur Jaringan Tumbuhan terdapat beberapa komponen penting sebagai berikut, yaitu⁶⁵:

1. *Eksplan*, yaitu bagian tanaman yang akan ditumbuhkan dapat berupa organ (akar, batang, dan daun), jaringan, dan sel spesifik (polen, endosperm, mesofil, kotiledon, dan hipokotil).
2. Lingkungan dan medium buatan, yaitu temperatur, intensitas cahaya, dan kelembaban diatur sesuai dengan kebutuhan jaringan. Medium kultur mengandung sumber energi dan garam anorganik untuk mendukung pertumbuhan sel/jaringan yang diletakkan dalam botol kaca (*in vitro*). Medium buatan juga mengandung zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin dan auksin.
3. Kondisi aseptis (steril), yaitu pengerjaan kultur dalam keadaan tanpa kontaminan berupa mikroorganisme.

Kultur *in vitro* tumbuhan membutuhkan beberapa elemen utama, yaitu: (1) bahan awal (*starting materials*), (2) medium yang sesuai, dan (3) tempat kultivasi. Bahan awal yang dapat digunakan untuk *in vitro* tumbuhan sangat beragam antara lain: batang, daun, tunas apikal dan axilari (*apical and axillary buds*), *petiole*, *anther*, *pollen*, *ovule*, akar, dan lain-lain. Beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk mengembangkan tanaman secara *in vitro* hingga menjadi *plantlet* dan akhirnya menjadi individu tanaman yang utuh adalah sebagai berikut, yakni⁶⁶:

1. Pemilihan bagian tanaman yang akan digunakan sebagai bahan awal Kultur Jaringan (jaringan meristem, eksplan, dan lain sebagainya).
2. Penanaman pada medium yang sesuai sampai terjadi perbanyakan (misalnya kalus).
3. Pembentukan tunas dan akar hingga terbentuk *plantlet*.

⁶⁴ Retno Mastuti. 2017. *Dasar-dasar Kultur Jaringan Tumbuhan*. Malang: Universitas Brawijaya Press, h. 9.

⁶⁵ *Ibid.*, hlm. 10.

⁶⁶ Triwibowo Yuwono. *op cit.*, hlm. 164-165.

4. Aklimatisasi, yaitu proses adaptasi tumbuhan pada lingkungan luar sistem *in vitro*.

5. Penanaman pada medium biasa (tanah atau media bukan artifisial lainnya).

Medium yang digunakan dalam Kultur Jaringan dapat berupa medium padat dan medium cair. Medium padat digunakan untuk menghasilkan kalus yang selanjutnya diinduksi membentuk tanaman lengkap yang disebut plantlet. Sementara itu, medium cair biasanya digunakan untuk kultur sel. Medium yang digunakan mengandung 5 komponen utama, yaitu⁶⁷:

1. Senyawa anorganik, yang berupa unsur makro dan mikro. Unsur makro berupa Nitrat dan Potassium dengan konsentrasi 25 Mm, Ammonium dengan konsentrasi yang lebih rendah daripada Nitrat, Kalsium, Magnesium, dan Sulfat dengan konsentrasi sekitar 1-3 Mm. Unsur mikro yang diperlukan antara lain Iodine (I), Boron (B), Mangan (Mg), Zinc (Zn), Molybdenum (Mo), Tembaga (Cu), Kobalt (Co), dan Besi (Fe).
2. Sumber karbon, berupa glukosa, fruktosa, maltosa, atau sukrosa dengan konsentrasi sekitar 2-4 %,
3. Vitamin yang digunakan berupa *thiamin*, *pyridoxine*, dan asam nikotinat.
4. Suplemen senyawa organik, berupa asam amino, ekstrak khamir, *peptone*, dan ekstrak malt.
5. Zat Pengatur Tumbuh (ZPT), dengan karakteristik sebagai berikut:
 - a. Untuk perbanyakan (proliferasi) sel digunakan *2,4 dichlorophenoxy phenotic acid* (2,4-D) atau *1-naphtalene acetic acid* (NAA) dan sitokinin (*kinetin*, *benzyl adenosine*, *2-isopentryl adenosine*, *zeatin*, dan *thidiaruzon*).
 - b. Untuk regenerasi diperlukan auksin (NAA, *Indole Acetic Acid*/IAA, *Indol Butyric Acid*/ IBA) dalam konsentrasi rendah dan sitokinin dalam konsentrasi tinggi, namun bukan dalam bentuk 2,4-D.

Perbanyakan tanaman dengan menggunakan Kultur Jaringan memiliki banyak kegunaan, diantaranya mampu menghasilkan tanaman dengan sifat seragam dan identik dengan induknya, mampu memproduksi

⁶⁷ Triwibowo Yuwono. *op cit.*, hlm. 166-167.

tanaman dalam jumlah yang banyak tanpa membutuhkan tempat yang luas, mampu menghasilkan bibit yang banyak, memproduksi bibit tanaman yang steril dan bebas dari patogen, dan memiliki kecepatan pertumbuhan bibit dengan lebih cepat dibandingkan dengan perbanyakan konvensional dan pengadaan bibit tidak tergantung pada musim.⁶⁸

Beberapa permasalahan yang kerap kali terjadi dalam penerapan Kultur Jaringan adalah sebagai berikut, yakni⁶⁹:

1. Kontaminasi, yaitu gangguan yang disebabkan oleh jamur, bakteri, virus, dan vektor patologik lainnya.
2. Pencoklatan (*browning*), yaitu suatu kondisi dimana eksplan berwarna kecoklatan karena terjadinya kemunduran fisiologi eksplan.
3. Vitrifikasi, yaitu permasalahan Kultur Jaringan yang mengarah kepada penghambatan atau kelebihan pola pertumbuhan pada eksplan.
4. Variabilitas genetik, yaitu permasalahan pada Kultur Jaringan yang disebabkan karena adanya laju multiplikasi yang tinggi dan penggunaan teknik yang tidak sesuai sehingga menyebabkan instabilitas kromosom.
5. Pertumbuhan dan perkembangan, yaitu eksplan mengalami stagnasi dalam pola pertumbuhan dan perkembangannya.
6. Praperlakuan, yaitu masalah serius yang muncul setelah tanaman dipindahkan dari botol *in vitro*.
7. Lingkungan mikro, yaitu permasalahan yang bersumber pada lingkungan inkubator yang dipicu oleh suhu ruangan yang tidak optimal, sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan eksplan.

F. Kultur Jaringan Tumbuhan dalam Perspektif Islam

Dalam perspektif Islam, tumbuhan digambarkan sebagai anugerah besar yang diberikan Allah SWT kepada makhluk hidup lain. Al-Qur'an menyebutkan tumbuhan sebagai taman atau kebun yang di dalamnya terdapat

⁶⁸ Septarini Dian Anitasari, dkk. 2018. *Dasar Teknik Kultur Jaringan Tanaman*. Yogyakarta: Deepublish, h. 12.

⁶⁹ Nurheti Yuliarti. 2018. *Kultur Jaringan Tanaman dalam Skala Rumah Tangga*. Yogyakarta: Andi Press, h. 11-14.

berbagai kenikmatan untuk orang-orang yang beriman dan bertakwa kepada Allah SWT.⁷⁰ Hal ini sebagaimana yang tertuang dalam firman Allah SWT:

نَغْفِرُ لَكُمْ ذُنُوبَكُمْ وَ نُدْ خَلْقُكُمْ جَنَّاتٍ تَجْرِي مِنْ تَحْتِهَا الْأَنْهَارُ وَمَسَاكِنَ طَيِّبَةً فِي جَنَّاتٍ عَدْنٍ ذَلِكَ الْفَوْزُ الْعَظِيمُ ﴿١٢﴾ وَأَخْرَجْنَا نَارًا مِنْهَا نَصْرًا مِنَ اللَّهِ وَفَتْحٌ قَرِيبٌ وَبَشِيرٌ الْمُؤْمِنِينَ ﴿١٣﴾

Artinya: “(Jika kamu berbuat demikian) niscaya Allah SWT mengampuni dosamu dan memasukkan kamu ke dalam syurga yang mengalir air sungai di bawahnya, dan tempat-tempat yang indah dalam syurga ‘Adn. Itulah kemenangan yang besar. Dan nikmat-nikmat lain yang kamu cintai, yaitu pertolongan Allah SWT dan kemenangan yang amat dekat dan berilah kabar gembira kepada orang-orang mukmin” (Ash-Shaf: 12-13).

Dalam Tafsir Ilmi disebutkan bahwa ayat di atas menjelaskan tentang perlambang manusia sebagai tumbuhan yang kokoh. Perumpamaan ini menjelaskan bahwa tumbuhan memberikan banyak manfaat kepada manusia, seperti keteduhan, buah, dan bunga, sehingga sudah sepatutnya manusia beriman sembari memberikan manfaat dan kebaikan kepada semua makhluk layaknya yang dilakukan oleh tumbuhan kepada manusia. Oleh karena tumbuhan memberikan peranan penting kepada manusia dan makhluk lainnya, manusia diwajibkan untuk melestarikan tumbuhan melalui eksplorasi proses eksperimen untuk menjaga keberadaan tumbuhan.⁷¹ Hal inilah yang melandasi timbulnya penerapan Kultur Jaringan Tumbuhan. Hal ini sesuai menurut firman Allah SWT:

أَلَمْ تَرَ كَيْفَ ضَرَبَ اللَّهُ مَثَلًا كَلِمَةً طَيِّبَةً كَشَجَرَةٍ طَيِّبَةٍ أَصْلُهَا ثَابِتٌ وَفَرْعُهَا فِي السَّمَاءِ ﴿٢٤﴾ تُولِيهِ أَكْلَهَا كُلَّ حِينٍ بِإِذْنِ رَبِّهَا ۗ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ

⁷⁰ Tafsir ‘Ilmi. 2014. *Penciptaan Manusia: Pengenalan Ayat-ayat Sains dalam Al-Qur’an*. Jakarta: Widya Cahaya, h. 176.

⁷¹ *Ibid.*, hlm. 176.

س لَعَلَّهُمْ يَتَذَكَّرُونَ ﴿٢٥﴾ وَ مَثَلُ كَلِمَةٍ خَبِيثَةٍ كَشَجَرَةٍ خَبِيثَةٍ اجْتُثَّتْ مِنْ فَوْقِ
الْأَرْضِ مَا لَهَا مِنْ قَرَارٍ ﴿٢٦﴾

Artinya: “*Tidakkah engkau perhatikan bagaimana Allah mengumpamakan kalimat yang baik bagaikan sebatang pohon yang baik, akarnya kuat dan cabangnya (menjulangi) ke langit. Pohon itu menghasilkan buahnya pada setiap waktu dengan seizin Tuhannya. Dan Allah memberikan beberapa gambaran untuk manusia agar mereka selalu ingat. Mudah-mudahan mereka mendapatkan peringatan. Kalimat yang buruk diumpamakan seperti pohon yang buruk, yang telah dicabut dengan akar-akarnya dari permukaan bumi; tidak dapat tumbuh kokoh sedikitpun*” (Q. S Ibrahim: 24-26).⁷²

Akar dalam ayat tersebut mengindikasikan salah satu organ tumbuhan yang dapat dijadikan eksplan dalam Kultur Jaringan. Proses ini turut melibatkan kemampuan totipotensi sel tumbuhan untuk beregenerasi menjadi individu baru. Konsep regenerasi dalam perspektif Islam dipandang sebagai suatu proses untuk mempertahankan kelestarian makhluk hidup pada tiap-tiap generasi.⁷³ Hal ini sesuai menurut firman Allah SWT:

ثُمَّ جَعَلْنَاكُمْ خَلَائِفَ فِي الْأَرْضِ مِنْ بَعْدِهِمْ لِنَنْظُرَ كَيْفَ تَعْمَلُونَ ﴿١٤﴾

Artinya: “*Kemudian, Kami angkat kamu sebagai khalifah di muka bumi setelah mereka, supaya Kami lihat bagaimana kamu berbuat* (Q.S Yunus: 14).⁷⁴

Dalam Tafsir Ilmi dijelaskan bahwa ayat di atas menggambarkan fenomena pergantian umat-umat terdahulu sebelum umat nabi Muhammad SAW. Pergantian ini dapat terjadi karena Allah SWT menghendaki adanya kebahagiaan, hukuman, dan kemudharatan sesuai dengan ketetapan dan peraturan-Nya. Hukuman dan kebahagiaan yang dirasakan seseorang sebagai ganjaran yang diterima akibat perbuatannya. Namun, banyak dari manusia

⁷² Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 258-259.

⁷³ Misbahul Wani. 2019. Pemuda dalam Al-Qur'an dan As-sunnah: Pemuda Islam yang Berkualitas tidak Lepas dari Pendidikan Orang Tua yang Totalitas. *Jurnal Al-Dzikra*, Vol. 13(1), 17-94.

⁷⁴ Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 209.

yang bersifat tergesa-gesa untuk memohon kebahagiaan dengan segera. Padahal, Allah SWT telah menetapkan segala ketentuan sesuai takarannya, asalkan manusia tersebut memiliki niat atau tekad yang kuat, kesabaran, dan keuletan sebagai tanda kebesaran Allah SWT.⁷⁵

Dalam kaitannya dengan ilmu Biologi, regenerasi dipandang sebagai suatu proses perbaikan bagian-bagian tubuh yang mengalami kerusakan melalui mekanisme diferensiasi sel. Regenerasi pada makhluk hidup dapat dibedakan menjadi regenerasi *morfolaksis* dan *epimorfik*. Regenerasi *morfolaksis* merupakan proses pemulihan bagian tubuh yang masih tersisa, sehingga jaringan yang rusak digantikan oleh jaringan lama yang masih tertinggal. Sedangkan, regenerasi *epimorfik* merupakan rekonstruksi bagian tubuh yang rusak atau hilang melalui proliferasi dan diferensiasi sel atau jaringan. Hal inilah yang mendasari terjadinya sifat Totipotensi tumbuhan pada Kultur Jaringan.⁷⁶ Dengan memperhatikan kajian tersebut maka dapat dipahami bahwa Totipotensi yang menjadi karakteristik sifat sel tumbuhan pada penerapan Kultur Jaringan merupakan proses regenerasi atau pemulihan bagian tanaman untuk menjadi individu utuh melalui rangkaian kompleks yang turut melibatkan peran praktikan (*tissue culturist*) dalam melakukan praktikum Kultur Jaringan dengan niat yang kuat, ulet, dan sikap yang tidak tergesa-gesa agar diperoleh hasil *in vitro* tanaman dengan kualitas baik.

Dalam penerapannya, Kultur Jaringan memerlukan serangkaian proses untuk menginduksi bagian tanaman agar menjadi individu baru. Tahapan tersebut terdiri dari pemilihan sumber eksplan tanaman, penanaman pada medium yang sesuai, pembentukan tunas dan akar hingga terbentuk plantlet, aklimatisasi atau proses adaptasi tumbuhan di luar lingkungan *in vitro*, dan penanaman pada medium *in vivo*.⁷⁷ Pada pemilihan eksplan, beberapa hal yang perlu diperhatikan ialah eksplan yang digunakan berasal

⁷⁵ *Ibid.*, hlm. 209.

⁷⁶ Dwi Candra Setiawan dan As'ad Syamsul Arifini. 2017. Proses Regenerasi dan Pigmentasi. Malang: Gunung Samudera, h.

⁷⁷ Triwibowo Yuwono. *op. cit.*, h. 165

dari bagian tanaman yang aktif membelah seperti jaringan meristem, sterilisasi eksplan, dan kualitas eksplan tanaman induk. Pemilihan sumber eksplan sangat menentukan keberhasilan Kultur Jaringan dan kualitas tanaman baru yang dihasilkan.⁷⁸ Hal ini senada menurut firman Allah SWT:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى ۖ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَٰلِكُمُ اللَّهُ فَآ تَىٰ تُو فَكُونَ ﴿٩٥﴾

Artinya: “*Sesungguhnya, Allah yang menumbuhkan butir (padi-padian) dan biji (kurma). Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. Itulah (kekuasaan) Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?*” (Q.S Al-An’am: 95).⁷⁹

Dalam perspektif ilmu pengetahuan dijelaskan bahwa ayat di atas mengisyaratkan tentang proses kompleks penciptaan kehidupan yang diatur oleh Allah SWT sebagai sang maha Pencipta. Allah SWT mengembangbiakkan segala macam tumbuh-tumbuhan dari benih-benih kehidupan yang kesemuanya itu terjadi menurut hukum sebab akibat yang telah ditentukan Allah SWT.⁸⁰

Mekanisme ini akan membentuk siklus kehidupan (*life cycle*) kompleks, mengeluarkan objek hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. Mengeluarkan yang hidup dari yang mati mengisyaratkan bahwa tanaman yang hidup itu tumbuh dari biji yang ditanam. Biji-biji ini dapat dianggap sebagai sesuatu yang mati. Sedangkan, mengeluarkan yang mati dari yang hidup mengisyaratkan bahwa biji-biji yang mati itu dihasilkan oleh tanaman yang hidup. Namun, seiring dengan berkembangnya teknologi dibidang tanaman, benda yang dianggap benda mati yang dapat berpotensi untuk ditumbuhkan menjadi makhluk hidup

⁷⁸ Jhon H. Dodds dan Lorin W. Roberts. 1985. *Percobaan Kultur Jaringan Tanaman Edisi Kedua*. New York: Cambridge University Press, h. 23.

⁷⁹ Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 139.

⁸⁰ Kementerian Agama Republik Indonesia. *loc. cit.*

bukan hanya biji.⁸¹ Namun, sejumlah bagian dari tubuh tumbuhan yang dijadikan eksplan dalam perbanyakan secara *in vitro*. Siklus kehidupan organisme merupakan proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup dan dikendalikan oleh gen yang kompleks. Gen ini bersifat saling mewarisi dari parental (induk) kepada filial (anakan). Jika parentalnya berkualitas baik, maka akan menghasilkan filial yang berkualitas baik pula. Oleh karenanya, hal inilah yang menjadi dasar bahwa eksplan yang digunakan dalam proses kultur *in vitro* harus berkualitas baik, karena akan menghasilkan individu yang berkualitas baik pula.⁸²

Sementara itu, pada proses penanaman eksplan dan regenerasi eksplan untuk membentuk tunas dan akar hingga terbentuknya plantlet sangat memperhatikan aspek pemilihan media yang tepat, sterilisasi medium dan tempat kultivasi. Medium yang digunakan dapat berupa medium padat dan cair yang kaya akan kandungan senyawa anorganik, sumber karbon, vitamin, Zat Pengatur Tumbuh (ZPT), dan suplemen organik. Sterilisasi medium dan tempat kultivasi dimaksudkan agar komponen tersebut tidak terkontaminasi oleh mikroorganisme patogenik atau pengganggu, sehingga dapat mempengaruhi kualitas tanaman yang dihasilkan.⁸³

Konsep pemilihan medium yang tepat dalam Kultur Jaringan senada dengan firman Allah SWT:

وَلَبَدُّ الطَّيِّبِ يَخْرُجُ نَبَاتًا بِإِذْنِ رَبِّهِ ۖ وَالَّذِي خَبْتٌ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا ۗ
كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ (٥٨)

Artinya: “Dari tanah yang baik, tetumbuhan tumbuh subur dengan izin Tuhan; dan dari tanah yang buruk, tetumbuhannya tumbuh dengan

⁸¹ Kementerian Agama Republik Indonesia. *loc. cit.*

⁸² Prof. Dr. Ir. Sobir, M. Si dan Prof. Dr. Muhamad Syukur, S. P., M. Si. 2015. *Genetika Tanaman*. Bogor: IPB Press, h. 1-3.

⁸³ Sant Saran Bhojwani dan Prem Kumar Dantu. 2013. *Plant Tissue Culture: An Introductory Text*. New York: Springer, h. 13-15.

*sukar. Demikianlah Kami terangkan ayat-ayat itu bagi kaum yang bersyukur” (Al-‘Araf: 58).*⁸⁴

Ayat di atas menjelaskan bahwa tanah yang ada dipermukaan bumi dapat dibagi ke dalam dua jenis, yakni tanah subur dan tanah tidak subur. Tanah subur bila dicurahi hujan sedikit saja dapat menumbuhkan berbagai spesies tanaman yang menghasilkan makanan berlimpah ruah yang bermanfaat bagi makhluk hidup lainnya. Sedangkan, tanah yang tidak subur tak mampu menumbuhkan spesies tanaman yang berkualitas baik, meskipun dicurahi oleh air hujan.⁸⁵ Tanah yang subur dapat menumbuhkan berbagai macam tanaman karena tanah berperan sebagai media untuk pertumbuhan tanaman dan memasok unsur hara esensial dalam ukuran yang sesuai.⁸⁶

Tanaman yang dipelihara dapat tumbuh dengan subur atas izin Allah SWT karena tanah tersebut mengandung berbagai unsur hara yang terdiri dari mikro elemen dan makro elemen yang diperlukan oleh tanaman agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Tanah yang ditanam dalam kondisi *in vivo* dapat dianalogikan dengan medium yang digunakan dalam proses perbanyakan tanaman secara *in vitro*. Hal ini dikarenakan, tanah sebagai penyedia unsur hara dan garam-garam mineral yang diperlukan oleh tanaman memiliki kesamaan dengan medium dalam proses kultur *in vitro* sebagai penyedia unsur mineral esensial, senyawa organik dan anorganik, Zat Pengatur Tumbuh (ZPT), suplemen organik kompleks, vitamin, sumber karbon, air, dan matriks medium. Unsur-unsur ini berperan penting sebagai sumber kebutuhan nutrisi tanaman yang sangat diperlukan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan serta mendukung aktivitas biosintesis secara selektif.⁸⁷

Komponen medium yang digunakan dalam Kultur Jaringan terdiri dari berbagai unsur hara yang disajikan dalam takaran yang tepat dan

⁸⁴ Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 158.

⁸⁵ Tafsir ‘Ilmi. 2011. *Tumbuhan dalam Perspektif Al-Qur’an dan Sains*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Al-Qur’an, h. 44-48.

⁸⁶ Prof. Dr. Eko Handayanto, Dr. Nurul Muddarisna dan Amarullah Fiqri, M. P. 2017. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Malang: Universitas Brawijaya Press, h. 1.

⁸⁷ Jhon H. Dodds dan Lorin W. Roberts. *op. cit.*, h. 36.

menyesuaikan dengan spesies tanaman yang hendak dikultur. Hal ini sesuai menurut firman Allah SWT:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: “*Sesungguhnya, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran (takdir yang telah ditentukan)*” (Q.S Al-Qamar: 49).⁸⁸

Di samping itu, ayat lain juga menyebutkan bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT telah memenuhi aturan yang telah ditetapkannya sebagaimana yang termaktub dalam firman Allah SWT berikut ini:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya: “*Yang mempunyai kerajaan langit dan bumi, tidak memiliki anak, tidak ada sekutu bagi-Nya dalam kerajaan(-Nya), dan Dia menciptakan segala sesuatu, lalu mengatur ukurannya dengan aturan yang tepat*” (Al-Furqan: 2).⁸⁹

Dalam Hadis shahih yang diriwayatkan oleh Ahmad dan Muslim juga dinyatakan bahwa Allah SWT telah menetapkan keadaan berdasarkan ukuran dan kehendak dari-Nya: “Minta tolonglah kepada Allah, dan jangan bersikap lemah. Bila sesuatu menimpamu, maka katakanlah, Allah telah menetapkannya. Apa yang Dia kehendaki, Dia kerjakan, dan jangan kamu berkata: seandainya aku berbuat begini maka akan begitu. Sesungguhnya kata "seandainya" membuka (kemungkinan pada) perbuatan setan. Sesuai dengan hadis Rasulullah saw: Rasulullah saw bersabda: segala sesuatu ditetapkan ukurannya bahkan kelemahan dan kecerdasan” (Riwayat Imam Ahmad dan Muslim dari Ibnu 'Umar).⁹⁰

Melalui pemaparan ayat dan hadis di atas dapat dipahami bahwa segala ciptaan Allah SWT terdiri dari beberapa komponen yang saling terintegrasi dalam suatu sistem dengan struktur ukuran yang tepat. Hal inilah

⁸⁸ Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 530.

⁸⁹ Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 359.

⁹⁰ Kementerian Agama Republik Indonesia. *loc. cit.*

yang menyebabkan suatu proses dapat terjadi secara teratur dan berkesinambungan. Konsep tersebut juga berlaku pada penggunaan medium dalam Kultur Jaringan, dimana medium tersebut tersusun atas lima komponen utama, yaitu senyawa anorganik, sumber karbon, vitamin, Zat Pengatur Tumbuh (ZPT), dan suplemen organik yang dibentuk dalam perbandingan takaran yang tepat untuk mendukung proses fisiologis dan daya regenerasi eksplan.

Selain itu, juga terdapat berbagai macam medium yang disesuaikan dengan karakteristik tanaman yang akan dikultur. Misalnya, kultur *in vitro* dari spesies tanaman berkayu dapat menggunakan WPM (*Woody Plant Medium*), kultur tanaman anggrek dapat menggunakan medium vacin and went, kultur tanaman legume dapat menggunakan medium B5, kultur tanaman Artichoke Jerussalem dapat menggunakan medium Nitsch & Nitsch, dan kultur tanaman secara umum dapat menggunakan medium Murashige and Skoog (MS). Pemilihan tiap-tiap medium tersebut didasari oleh karakteristik perbandingan unsur hara yang terkandung dalam masing-masing medium, dimana kesesuaian takaran tersebut dapat menjadi salah satu faktor keberhasilan dalam melakukan kultur *in vitro* tanaman.⁹¹

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian tanaman yang diperbanyak secara *in vitro* agar mampu tumbuh dan berkembang dengan baik di lingkungan *in vivo*. Sementara itu, penanaman tanaman di lingkungan *in vivo* merupakan proses pemindahan tanaman yang telah diadaptasikan selama beberapa waktu setelah proses Aklimatisasi. Keberhasilan proses Aklimatisasi dan penanaman tanaman hasil kultur *in vitro* sangat ditentukan oleh faktor penyesuaian lingkungan, seperti ketersediaan kebutuhan unsur hara, suhu, dan kelembapan.⁹² Proses adaptasi untuk menjamin keberhasilan kehidupan organisme bersesuaian dengan firman Allah SWT berikut:

الَّذِي خَلَقَ فَسَوَّى (٢) وَالَّذِي قَدَّرَ فَهَدَى (٣)

⁹¹ Fauziyah Harahap, dkk. 2019. *Kultur Jaringan Nanas*. Surabaya: Media Sahabat Cendekia, h. 54-56.

⁹² Ir. Edhi Sandra, M. Si. 2013. *Cara Mudah Memahami dan Menguasai Kultur Jaringan*. Bogor: IPB Press, h. 5

Artinya: “Yang menciptakan, lalu menyempurnakan (ciptaan-Nya). Yang menentukan ukuran (masing-masing) dan memberi petunjuk” (Q.S Al’Ala: 2-3).⁹³

Ayat di atas mengandung penjelasan bahwa bentuk dan ukuran yang tepat dan seimbang menjadi indikator penyempurnaan makhluk yang diciptakan oleh Allah SWT. Ketetapan ini diberlakukan dengan ketentuan atau hukum-hukum Allah SWT yang berlaku bagi tiap-tiap makhluknya melalui seleksi adaptasi yang tepat.⁹⁴ Pada Kultur Jaringan sendiri, indikator morfologis yang mencerminkan keberhasilan proses kultur *in vitro* tanaman dapat dilihat melalui parameter jumlah dan ukuran daun, jumlah anakan, persentase tanaman yang hidup, dan postur tanaman secara keseluruhan yang tumbuh secara proporsional. Parameter tersebut diperoleh dari kemampuan adaptasi tumbuhan dengan lingkungannya pada proses Aklimatisasi yang dicirikan dengan kesesuaian komposisi media tanam dan jenis sungkup yang turut mempengaruhi laju penyerapan unsur hara, suhu, aerasi dan drainase, serta kelembapan udara yang optimal.⁹⁵

G. Penelitian Lain yang Relevan

Beberapa penelitian lain yang relevan dengan topik penelitian Skripsi ini ialah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Friska Damayanti Syafitri, Binari Manurung, dan Mufti Sudibyو pada tahun 2019 dengan judul penelitian, “The Development of Problem Based Virtual Laboratory Media to Improve Science Process Skills of Students in Biology”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa mengalami peningkatan saat diajarkan dengan media *Virtual Laboratory* berbasis penyelesaian masalah dibandingkan dengan kelas yang tidak menggunakan media tersebut. Penelitian ini hanya menguji efektivitas penggunaan *Virtual*

⁹³ Kementerian Agama Republik Indonesia. *op. cit.*, h. 591.

⁹⁴ Kementerian Agama Republik Indonesia. *loc. cit.*

⁹⁵ Sudartini, T., & Diantini, D. (2020). Pengaruh Sungkup dan Jenis Media Tanam terhadap Pertumbuhan Bibit Angrek *Dendrobium* saat Aklimatisasi. *Media Pertanian*, 5(1).

Laboratory untuk meningkatkan keterampilan berpikir sains siswa tanpa adanya pemanfaatan potensi lokal dan nilai-nilai Islam yang diintegrasikan dalam *Virtual Laboratory* tersebut. Oleh karena itu, penelitian Skripsi ini berupaya untuk mengintegrasikan antara potensi lokal dengan kegiatan praktikum Kultur Jaringan agar siswa dapat melatih keterampilan berpikir sains melalui *Virtual Laboratory* sekaligus menambah pengetahuan mengenai Andaliman sebagai potensi lokal di Sumatera Utara yang dapat dijadikan sebagai eksplan dalam kegiatan praktikum Kultur Jaringan tersebut. Disamping itu, juga terdapat nilai-nilai keislaman untuk mengasah keterampilan religius siswa yang diintegrasikan melalui *Virtual Laboratory* tersebut.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Anderson Ise Orobor dan Helen Elohor Orobor pada tahun 2020 dengan penelitian berjudul, “A Review of Virtual Laboratory and Justification for Adoption in Nigeria Tertiary Educational Institutions”. Penelitian ini menyajikan informasi bahwa laboratorium fisik secara luas memberikan kontribusi yang sangat berarti terhadap pembelajaran sains dan teknik. Namun, seiring dengan perkembangan zaman, keberadaan laboratorium fisik mulai tergantikan dengan adanya laboratorium virtual atau *Virtual Laboratory*. Hal ini disebabkan, laboratorium fisik tidak selalu dapat memenuhi kebutuhan praktikum atau kegiatan eksperimen secara efektif, karena minimnya ketersediaan alat dan bahan dalam laboratorium fisik tersebut. Oleh karenanya, laboratorium berbasis digital disinyalir dapat mengadopsi alternatif kebutuhan perangkat praktikum secara luas dan dapat melengkapi pembelajaran sains dan teknik dalam mode tatap muka atau *Open and Distance Learning (ODL)*. Kendatipun demikian, penelitian ini hanya membahas perbandingan antara laboratorium fisik dengan laboratorium digital dalam sudut pandang pragmatis yang ditinjau berdasarkan analisis kepustakaan. Dengan demikian, penelitian Skripsi ini tidak hanya sebatas tinjauan secara teoritis melainkan berupaya untuk menghasilkan suatu produk media pembelajaran berupa *Virtual Laboratory* pada materi Kultur Jaringan terintegrasi Potensi

Lokal dan Nilai-nilai Islam. Media tersebut selanjutnya divalidasi dan diperkenalkan kepada siswa untuk mengetahui respon siswa dan tingkat validitas media pembelajaran tersebut.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Vysakh Kani Kolil, Sharanya Muthupalani, dan Krishnashree Achuthan pada tahun 2020 dengan penelitian berjudul, “Virtual Experimental Platforms in Chemistry Laboratory Education and Its Impact on Experimental Self-Efficacy”. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa penggunaan *Virtual Laboratory* memberikan dampak positif terhadap peningkatan *Experimental Self-Efficacy* (ESE) atau efikasi diri pada kegiatan percobaan yang dilakukan oleh siswa. Sehingga, hal ini dapat menekan miskonsepsi siswa dalam kegiatan praktikum dan meningkatkan keyakinan siswa untuk memulai suatu percobaan ilmiah. Walaupun demikian, penelitian ini hanya mengungkapkan keterampilan efikasi diri siswa tanpa adanya pemanfaatan potensi lokal yang diintegrasikan dalam *Virtual Laboratory* tersebut. Oleh sebab itu, penelitian Skripsi ini berupaya untuk menyajikan fakta ilmiah tentang pemanfaatan Andaliman sebagai potensi lokal Sumatera Utara yang diintegrasikan dalam suatu percobaan Biologi, yaitu Kultur Jaringan melalui penerapan *Virtual Laboratory*.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Hartini, Erlia Narulita, dan Mochammad Iqbal pada tahun 2019 dengan penelitian berjudul, “Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Topik Kultur Jaringan Tumbuhan untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa”. Penelitian ini mengungkapkan bahwa *Virtual Laboratory* yang dikembangkan memiliki kelayakan yang sangat baik berdasarkan uji kelayakan media dengan tingkat kelayakan sebesar 84,72 % pada aspek materi; 80,73 % pada aspek pengembangan bahan ajar; dan 79,73 % pada aspek media. *Virtual Laboratory* dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi Kultur Jaringan. Meskipun demikian, penelitian ini tidak menghubungkan antara pemanfaatan potensi lokal dan nilai-nilai Islam pada praktikum Kultur Jaringan yang dikembangkan melalui *Virtual Laboratory*. Oleh karena itu, penelitian Skripsi ini berupaya untuk mengintegrasikan antara pemanfaatan potensi lokal Andaliman yang

bernuansa keislaman dalam praktikum Kultur Jaringan yang dilakukan melalui *Virtual Laboratory*.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Chairani, Adeng Slamet, dan Ketang Wiyono pada tahun 2019 dengan judul penelitian, “Pengembangan *Virtual Laboratory* Sistem Sirkulasi pada Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil uji *Virtual Laboratory* pada materi Sistem Sirkulasi memberikan pengaruh yang cukup tinggi terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Selain itu, siswa juga beranggapan bahwa *Virtual Laboratory* tersebut merupakan media praktis yang dapat digunakan secara fleksibel dengan memperhatikan efisiensi waktu dan kegiatan praktikum. Berdasarkan validator ahli materi, validator ahli media, dan validator desain pembelajaran menunjukkan bahwa media pembelajaran tersebut sangat layak digunakan. Kendatipun demikian, penelitian ini hanya sebatas menguji efektifitas media pembelajaran tersebut terhadap hasil belajar siswa dan validator ahli tanpa memasukkan unsur lain yang dapat memberikan nilai tambah terhadap *Virtual Laboratory* yang diciptakan. Oleh karena itu, penelitian Skripsi ini berupaya untuk mengintegrasikan potensi lokal Andaliman dan nilai-nilai Islam ke dalam praktikum Kultur Jaringan yang diterapkan melalui *Virtual Laboratory*. Potensi lokal dan nilai-nilai Islam ini diharapkan dapat menjadi nilai tambah terhadap *Virtual Laboratory* yang diciptakan sebagai produk media pembelajaran dalam penelitian Skripsi ini.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini tergolong ke dalam jenis penelitian *Research and Development* (R & D). Menurut Sugiyono (2018) *Research and Development* merupakan suatu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu berdasarkan analisis kebutuhan dan menguji keefektifan produk tersebut.⁹⁶ Berdasarkan definisi tersebut penelitian ini menciptakan *Virtual Laboratory* sebagai produk media pembelajaran pada praktikum Kultur Jaringan yang terintegrasi pada potensi lokal dan nilai-nilai Islam. Hal ini didasarkan pada analisis kebutuhan pembelajaran Biologi di SMA Negeri 11 Medan.

Virtual Laboratory yang dikembangkan dalam Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) ini menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Model ini dipilih berdasarkan penelitian Mariam (2019) yang menyatakan bahwa model ADDIE paling efektif dalam mengembangkan suatu produk media ajar dibandingkan model lainnya. Hal ini dikarenakan, model tersebut memungkinkan adanya revisi produk berdasarkan uji validitas yang disusun secara sistematis. Selain itu, model ADDIE juga memberikan kesempatan untuk mengembangkan suatu produk berdasarkan analisis kebutuhan dan memungkinkan adanya tahap evaluasi hingga produk tersebut dinyatakan valid dan kredibel.⁹⁷

Adapun langkah-langkah penerapan model ADDIE adalah sebagai berikut, yaitu⁹⁸:

⁹⁶ Prof. Dr. Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta, h. 407.

⁹⁷ Nuzat Mariam. 2019. The Development of an ADDIE Based Instructional Model for ELT in Early Childhood Education, *International Journal of Educational Technology*, Vol. 20(1); 25-55.

⁹⁸ Yudi Hari Rayanto dan Sugianti. 2020. *Penelitian Pengembangan Model ADDIE dan R2D2*. Pasuruan: Academic & Research Institute, h. 31.

1. *Analysis*

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap permasalahan yang menjadi dasar adanya penelitian pengembangan. Analisis ini didasarkan pada identifikasi masalah dari adanya ketimpangan (*gap*) performa atau kinerja.

2. *Design*

Pada tahap ini dilakukan rancangan pembuatan *Virtual Laboratory* berdasarkan tujuan instruksional, analisis tugas dan prosedur praktikum, serta kriteria penilaian. Berdasarkan hal tersebut proses yang dilakukan pada tahap ini ialah:

- a. Menetapkan tujuan pembelajaran berdasarkan Kompetensi Dasar (KD) dan Indikator Pembelajaran (IP).
- b. Menetapkan tinjauan kepustakaan yang berisikan materi tentang Bioteknologi Modern, Kultur Jaringan, Potensi Lokal Andaliman, dan integrasi materi tersebut ke dalam nilai-nilai Islam.
- c. Menetapkan alat, bahan, dan prosedur kerja praktikum Kultur Jaringan
- d. Merancang tampilan *Virtual Laboratory* semenarik mungkin.
- e. Menentukan alat evaluasi hasil belajar berupa kumpulan soal dalam bentuk pilihan berganda mengenai materi Kultur Jaringan.

3. *Development*

Pada tahap ini dilakukan realisasi pembuatan *Virtual Laboratory* menggunakan *software Adobe Animate* berdasarkan rancangan yang telah dibuat.

4. *Implementation*

Pada tahap ini dilakukan implementasi atau penerapan *Virtual Laboratory* dengan mengenalkan produk tersebut kepada validator ahli dan siswa kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan. Validator ahli terdiri dari validator ahli materi, validator ahli materi nilai-nilai Islam, validator ahli media *Virtual Laboratory*, dan validator praktisi lapangan. Validator tersebut berperan dalam melakukan validasi *Virtual Laboratory* berdasarkan kriteria atau

aspek validasi. Sedangkan, pengenalan kepada siswa dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar respon siswa terhadap *Virtual Laboratory* tersebut.

5. *Evaluation*

Pada tahap ini dilakukan proses evaluasi terhadap *Virtual Laboratory* sebagai bahan untuk merevisi pengembangan *Virtual Laboratory* pada materi Kultur Jaringan Terintegrasi Potensi Lokal dan Nilai-nilai Islam.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat pengenalan *Virtual Laboratory* sebagai media pembelajaran interaktif berbasis multimedia kepada siswa dilakukan di SMA Negeri 11 Medan. Sedangkan, validasi oleh validator ahli dilakukan di kampus II UIN Sumatera Utara dan SMA Negeri 11 Medan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2021.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi adalah jumlah tiap grup atau kumpulan objek yang diteliti dalam suatu penelitian.⁹⁹ Berdasarkan defenisi tersebut populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XII IPA SMA Negeri 11 Medan yang terdiri dari kelas XII IPA 1, XII IPA 2, XII IPA 3, XII IPA 4, XII IPA 5, dan XII IPA 6. Adapun total siswa dari keenam kelas tersebut ialah sebanyak 209 orang siswa.

2. Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi.¹⁰⁰ Berdasarkan defenisi tersebut sampel dalam penelitian ini terdiri dari 2 kelas yaitu kelas XII IPA 5 dan kelas XII IPA 6

⁹⁹ Restu Kartiko Widi. 2010. *Asas Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Graha Ilmu, h. 197.

¹⁰⁰ Dr. Indra Jaya, M. Pd. 2013. *Penerapan Statistik untuk Pendidikan*. Bandung: Citapustaka Media Perintis, h. 32.

dengan total siswa sebanyak 72 orang siswa. Pemilihan sampel tersebut menggunakan *cluster random sampling* atau sampel acak.

D. Defenisi Operasional

Defenisi Operasional digunakan untuk menghindari terjadinya multitafsir terkait dengan istilah yang digunakan dalam penelitian ini. Adapun beberapa istilah yang perlu didefenisikan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. *Virtual Laboratory* adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (*software*) komputer berbasis multimedia interaktif yang dioperasikan dengan menggunakan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan praktikum di laboratorium seolah-olah praktikan sedang berada di laboratorium yang sebenarnya.¹⁰¹ *Virtual Laboratory* ini dikembangkan menggunakan aplikasi *Adobe Animate*.
2. Pokok bahasan Kultur Jaringan membahas tentang defenisi dan konsep Kultur Jaringan serta prinsip-prinsip dalam tahapan pembuatan Kultur Jaringan.
3. Potensi lokal merupakan kematangan masyarakat di tingkat komunitas lokal yang tercermin dalam sikap, perilaku, dan cara pandang masyarakat yang kondusif di dalam mengembangkan potensi dan sumber lokal (material dan non material) yang dapat dijadikan kekuatan untuk menjadi lebih baik.¹⁰² Potensi lokal dapat berupa sumber daya alam yang dimanfaatkan secara masif oleh komunitas masyarakat tertentu.¹⁰³ Penelitian Skripsi ini mengangkat potensi lokal berupa Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) sebagai tanaman khas di Sumatera Utara yang dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat suku Batak, Karo, dan Simalungun.

¹⁰¹ drg. Indah Suasani Wahyuni, Sp.PM., dkk. 2020. *E-Book Pembelajaran Kreatif*. Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management, h. 41.

¹⁰² Kamus Besar Bahasa Indonesia, tersedia online pada <https://www.kamusbesar.com/kearifan-lokal>

¹⁰³ Prof. Dr. Ade Saptomo, S.H, M.A. 2010. *Hukum dan Kearifan Lokal*. Jakarta: Grasindo, h. 13

4. Nilai-nilai Islam adalah suatu tatanan atau patokan normatif yang bersumber dari Al-Qur'an dan Hadits sebagai pedoman dan penuntun manusia ke jalan yang benar.¹⁰⁴ Nilai-nilai ini menjadi kualitas yang memiliki hubungan preferensi antara substansi materi dan korelasinya dengan ayat Al-Qur'an.¹⁰⁵ Nilai-nilai Islam yang terkandung dalam penelitian Skripsi ini berupa pengintegrasian ayat-ayat Al-Qur'an dan Hadits yang berkaitan dengan Kultur Jaringan dan potensi lokal.

E. Variabel dan Parameter Penelitian

Variabel dan parameter yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan *Virtual Laboratory* dapat dilihat melalui tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel dan Parameter Penelitian dan Pengembangan *Virtual Laboratory*

Variabel	Sub Variabel	Parameter
<i>Virtual Laboratory</i>	Validasi media oleh ahli materi	Cakupan materi
		Akurasi materi
		Kemutakhiran dan kontekstual
		Integrasi potensi lokal
		Keaslian materi
		Keterampilan ilmiah
	Fungsi konten materi dalam <i>Virtual Laboratory</i>	
	Validasi media oleh ahli materi nilai-nilai Islam	Korelasi materi dengan ayat Al-Qur'an
		Keterpaduan konten materi dengan ayat Al-Qur'an

¹⁰⁴ Dr. Halimatussa'diyah. 2020. *Nilai-nilai Pendidikan Agama Islam Multikultural*. Surabaya: CV. Jakad Media Publishing, h. 10.

¹⁰⁵ Dr. Sjarkawi, M.Pd. 2008. *Pembentukan Kepribadian Anak*. Jakarta: PT. Bumi Aksara, h. 29.

		Keterdukungan ayat Al-Qur'an dengan materi
		Wawasan peserta didik dengan nilai-nilai Islam
		Internalisasi nilai-nilai moral melalui integrasi materi dengan ayat Al-Qur'an
		Penguatan sikap spiritual dalam pembelajaran
		Pengembangan pembelajaran berkarakter berlandaskan ayat Al-Qur'an
Validasi media oleh ahli media <i>Virtual Laboratory</i>		Perangkat lunak (<i>Software</i>)
		Komponen media
		Komunikasi visual
		Artistik dan estetika
		Kemudahan navigasi
		Fungsi keseluruhan <i>Virtual Laboratory</i>
Validasi media oleh praktisi lapangan (guru Biologi)		Kesesuaian isi/materi
		Penyajian materi
		Fungsi keseluruhan <i>Virtual Laboratory</i> dalam pembelajaran
Respon siswa terhadap <i>Virtual Laboratory</i>		Kemudahan dan daya tarik <i>Virtual Laboratory</i>
		Motivasi untuk belajar praktikum Kultur Jaringan
		Keterbacaan tulisan dalam <i>Virtual Laboratory</i>

F. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengukur variabel penelitian. Instrumen penelitian disusun berdasarkan variabel yang hendak diteliti. Lalu, dari variabel tersebut diberikan definisi operasional dan selanjutnya ditentukan indikator yang akan diukur. Indikator ini kemudian dijabarkan menjadi butir-butir pertanyaan atau pernyataan yang lazim disebut kisi-kisi instrumen.¹⁰⁶ Dalam penelitian ini, kisi-kisi instrumen tersebut dikembangkan berdasarkan parameter penelitian.

Instrumen penelitian yang dipakai dalam penelitian ini berupa lembar validasi dan kuesioner. Lembar validasi ditujukan kepada validator ahli untuk mengetahui tingkat kelayakan *Virtual Laboratory* yang dikembangkan. Sedangkan, angket ditujukan kepada siswa untuk mengetahui respon siswa terhadap *Virtual Laboratory* tersebut. Masing-masing instrumen tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut, yaitu:

1. Lembar validasi

Lembar validasi adalah lembar pertanyaan yang ditujukan kepada validator untuk mengetahui tingkat validitas suatu media yang dibuat. Validitas dapat dimaknai sebagai derajat ketepatan antara data yang terjadi dengan objek yang sedang diteliti. Lembar validasi memiliki tingkat validitas yang tinggi apabila alat ukur tersebut mampu mengukur secara tepat antara objek yang diukur dengan fakta atau fenomena yang sebenarnya.¹⁰⁷ Penelitian ini menggunakan tiga orang validator yang terbagi menjadi validator ahli materi, validator ahli *Virtual Laboratory*, dan validator ahli praktisi lapangan (guru) yang akan diberikan lembar validasi untuk mengetahui tingkat validitas *Virtual Laboratory* yang dibuat.

2. Kuesioner

Kuesioner atau angket merupakan serangkaian pertanyaan tertulis yang diberikan kepada responden untuk mendapatkan informasi

¹⁰⁶ Prof. Dr. Sugiyono., *op. cit*, hlm. 148-149.

¹⁰⁷ Muh. Fitrah, S.Pd, M.Pd & Dr. Luthfiah, M.Ag. 2017. *Metodologi Penelitian*. Sukabumi: CV. Jejak, h. 87.

dan tanggapan dari responden tersebut mengenai hal yang dialami dan diketahui.¹⁰⁸ Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar yang berisikan pertanyaan tentang respon atau tanggapan siswa terhadap *Virtual Laboratory* yang dikembangkan.

G. Teknik Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari lembar validasi dan angket *Virtual Laboratory*. Data kualitatif diperoleh dari saran dan komentar validator terhadap *Virtual Laboratory* yang dikembangkan. Data-data tersebut digunakan untuk menentukan tingkat kevalidan *Virtual Laboratory* tersebut. Adapun metode pengumpulan data dalam penelitian ini ialah:

1. Validasi Ahli

Lembar validasi digunakan untuk mengukur tingkat kevalidan *Virtual Laboratory* yang dikembangkan. Kegiatan ini dilakukan dengan cara memberikan lembar validasi media pembelajaran kepada validator ahli dan meminta untuk mengisi instrumen validasi sesuai keahliannya. Validator ahli terdiri dari empat orang, yaitu tiga orang dosen dari Jurusan Tadris Biologi sebagai validator ahli materi, validator ahli materi nilai-nilai Islam, dan validator ahli media *Virtual Laboratory* dan satu orang guru Biologi kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan sebagai validator ahli praktisi lapangan.

2. Angket

Angket atau kuesioner digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap *Virtual Laboratory* yang dikembangkan. Kegiatan ini dilakukan dengan memberikan lembar kuesioner kepada siswa kelas XII IPA 5 dan kelas XII IPA 6 dan meminta untuk mengisi instrumen

¹⁰⁸ Dr. Sandu Siyoto, SKM., M.Kes & M. Ali Sodik, M.A. 2015. *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing, h. 79.

tersebut berdasarkan pengetahuan dan penilaian mereka terhadap *Virtual Laboratory* yang dikembangkan.

H. Teknik Analisis Data

Analisis data merupakan suatu proses pengujian data penelitian yang didapatkan secara sistematis. Analisis data bertujuan untuk mereduksi data, menyajikan data, dan menyimpulkan data. Reduksi data dimaknai sebagai proses pemilihan data penting dan kurang penting. Penyajian data merupakan teknik dalam menyajikan informasi yang telah tersusun. Sedangkan, penyimpulan data merupakan proses interpretasi atau tafsiran terhadap data yang diperoleh.¹⁰⁹ Data dalam penelitian ini dianalisis menggunakan dua jenis analisis data, yaitu analisis validasi media dan analisis angket. Masing-masing analisis data tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut, yaitu:

1. Analisis Validasi Media

Kevalidan *Virtual Laboratory* yang dikembangkan ditentukan berdasarkan nilai rata-rata pada tiap-tiap indikator yang diberikan oleh masing-masing validator ahli. Hal ini dilakukan dengan memberikan lembar validasi kepada validator ahli dalam bentuk skala *likert*. Skala *likert* adalah skala pengukuran penelitian yang digunakan untuk mengukur pendapat atau persepsi mengenai fenomena atau media pembelajaran tertentu berdasarkan defenisi operasional dan parameter penelitian yang telah ditetapkan oleh peneliti. Adapun skala *likert* yang digunakan berada dalam skala 1-4 yang menunjukkan gradasi penilaian dalam jabaran kata-kata seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3.2 berikut.¹¹⁰

¹⁰⁹ Umriati dan Hengki Wijaya. 2020. *Analisis Data Kualitatif*. Makassar: Jaffray Press, h. 113-114.

¹¹⁰ Prof. Dr. Sugiyono, *op. cit.*, hlm. 134-135.

Tabel 3.2 Kategori Nilai Validasi *Virtual Laboratory*

Kategori Jawaban	SB	B	C	TB
Pertanyaan	4	3	2	1

Keterangan:

SB : Sangat Baik

B : Baik

C : Cukup

TB : Tidak Baik

Penilaian validasi menggunakan *check-list* (√) sesuai dengan kategori jawaban. Setelah itu, dicari rata-rata skor dari hasil validasi terhadap seluruh aspek yang dinilai menggunakan rumus sebagai berikut¹¹¹:

$$P = \frac{\sum X}{\sum Xi} \times 100 \%$$

Keterangan:

P = Persentase kevalidan

$\sum X$ = Jumlah skor validator

$\sum Xi$ = Jumlah total skor ideal

Sebelum menghitung hasil persentase kevalidan tersebut, terlebih dahulu menghitung skor ideal dengan rumus¹¹²:

Skor ideal (kriterium) = banyak butir pertanyaan X banyak skor skala likert

Tahapan selanjutnya ialah menginterpretasikan nilai yang diperoleh dalam bentuk persentase dengan kriteria kelayakan *Virtual Laboratory* ditunjukkan melalui tabel 3.3 berikut ini.¹¹³

¹¹¹ Muallifatul Munawwaroh dan Heny Sulistyaningrum. 2019. Pengembangan Komik Matematika BT VH untuk Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Teladan Unirow*, Vol. 4(2); 127-134.

¹¹² Dr. Indra Jaya, M. Pd., *op. cit.*, hlm. 119.

¹¹³ Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Pedoman Kegiatan Pendampingan Implementasi Kurikulum 2013 bagi Pengawas Sekolah, Kepala Sekolah, dan Guru Inti*. Jakarta: Pusbang Tendik Kemdikbud.

Tabel 3.3 Interpretasi Nilai Hasil Validasi *Virtual Laboratory*

No.	Persentase (%)	Keterangan	Tindak Lanjut
1.	$90 < SB \leq 100$	Sangat Baik	Produk baru siap dimanfaatkan untuk kegiatan pembelajaran
2.	$80 < B \leq 90$	Baik	Produk dapat dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang, melakukan pertimbangan-pertimbangan tertentu, revisi yang dilakukan tidak terlalu besar, dan tidak mendasar
3.	$60 < C \leq 80$	Cukup	Melakukan revisi dengan mencermati kembali secara saksama dan mencari kelemahan-kelemahan produk untuk diperbaiki
4.	$K \leq 60$	Kurang	Melakukan revisi secara besar-besaran dan mendasar terhadap isi produk

2. Kuesioner

Angket dibagikan kepada peserta didik untuk mengetahui respon peserta didik terhadap *Virtual Laboratory* yang dikembangkan. Adapun persentase jawaban responden yang diperoleh melalui angket dihitung menggunakan rumus berikut¹¹⁴:

$$P = \frac{f}{N} \times 100 \%$$

¹¹⁴ Prof. Drs. Annas Sudijono. 2009. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers, h. 43.

Keterangan:

P = angka persentase

f = frekuensi siswa yang menjawab

N = total siswa keseluruhan

Selanjutnya, data hasil perhitungan yang diperoleh diinterpretasikan melalui kriteria berikut, yaitu¹¹⁵:

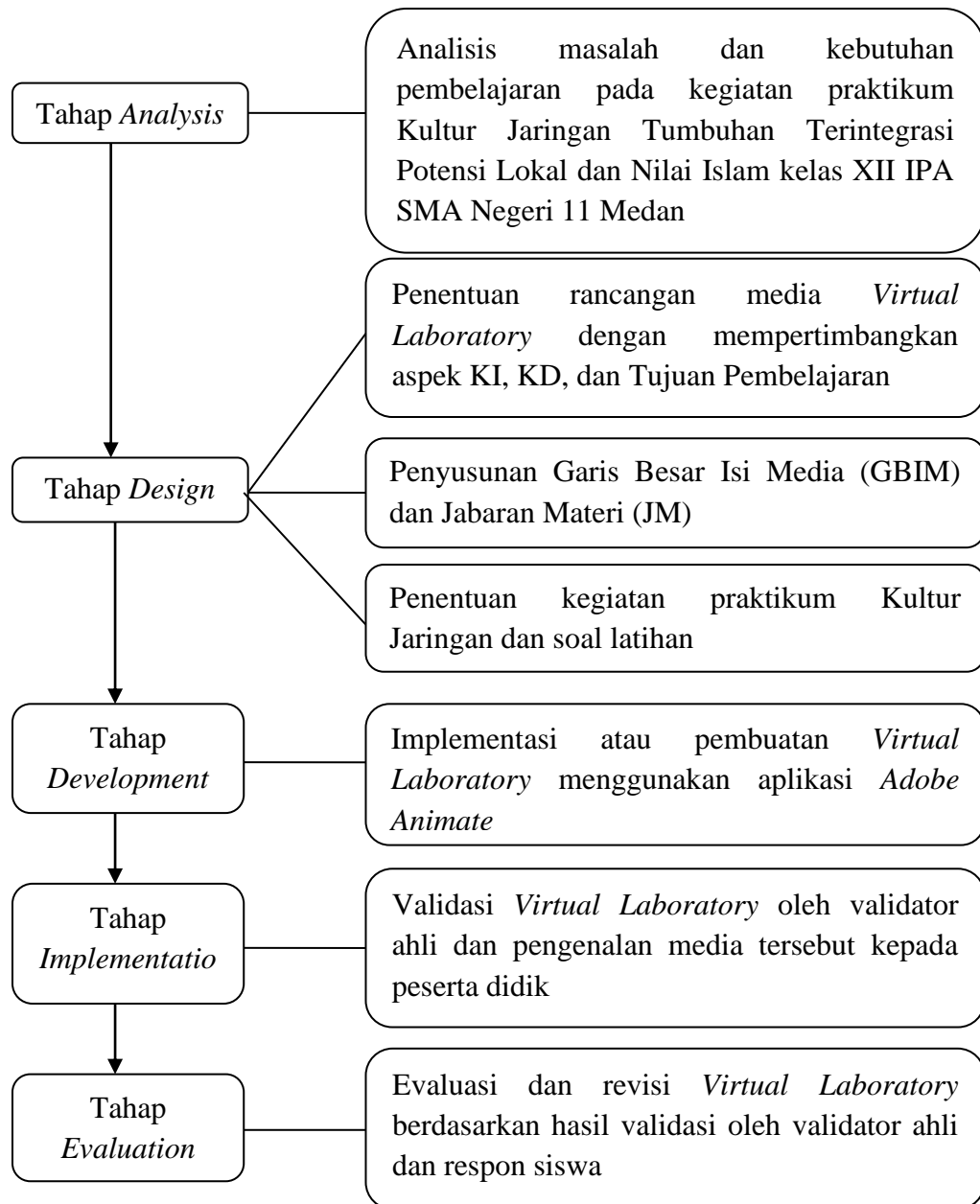
Tabel 3.4 Kriteria Interpretasi Respon Siswa

No.	Persentase	Kriteria Respon
1.	81% - 100%	Sangat baik
2.	61% - 80%	Baik
3.	41% - 60%	Cukup baik
4.	21% - 40%	Tidak baik
5.	0% - 20%	Sangat tidak baik

¹¹⁵ Tania, L. 2017. Pengembangan Bahan Ajar *E-modul* sebagai Pendukung Pembelajaran Kurikulum 2013 pada Materi Ayat Jurnal Penyesuaian Perusahaan Jasa Siswa Kelas X Akuntansi SMK Negeri 1 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, Vol. 5(2); 1-9.

I. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian secara rinci dapat dilihat melalui skema alur penelitian berikut ini:



Bagan 3.1 Prosedur Penelitian dan Pengembangan *Virtual Laboratory* Terintegrasi Potensi Lokal dan Nilai Islam

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil penelitian yang dapat ditinjau menurut komponen ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) sebagai rancang bangun penelitian *Research and Development* (R & D) yang dilakukan. Hasil penelitian tersebut adalah sebagai berikut, yaitu:

1. *Analysis*

Pada tahap ini dilakukan proses analisis dan identifikasi masalah berdasarkan adanya ketimpangan (*gap*), sehingga diperlukan pengembangan suatu produk untuk mengatasi masalah tersebut. Dalam hal ini, upaya yang dilakukan ialah menganalisis kebutuhan pembelajaran Biologi menggunakan media pembelajaran interaktif *Virtual Laboratory* pada materi Bioteknologi pokok bahasan Kultur Jaringan yang diintegrasikan dengan nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal. Kegiatan tersebut dilakukan dengan memberikan *link* kuesioner kepada siswa dan mewawancarai guru Biologi kelas XII IPA mengenai Analisis Kebutuhan Pembelajaran *Virtual Laboratory*.

Berdasarkan *link* kuesioner yang telah dibagikan, maka diperoleh data hasil respon siswa terhadap kebutuhan pembelajaran Biologi sebagai berikut:

Tabel 4.1 Respon Siswa terhadap Kebutuhan Pembelajaran Biologi

Indikator	Aspek	Perolehan Jawaban “Ya/Sudah”	Perolehan Jawaban “Tidak/Belum”
Media Pembelajaran	1. Peran media pembelajaran	45 orang (62,5 %)	27 orang (37,5 %)

Indikator	Aspek	Perolehan Jawaban “Ya/Sudah”	Perolehan Jawaban “Tidak/Belum”
<i>Virtual Laboratory</i>	dalam materi Kultur Jaringan untuk memaksimalkan pengetahuan siswa		
	2. Urgensi kebutuhan media pembelajaran dalam materi Kultur Jaringan Tumbuhan	72 orang 100 %	-
	3. Peran <i>Virtual Laboratory</i> untuk memudahkan siswa memahami materi Kultur Jaringan Tumbuhan	58 orang (80,6 %)	14 orang (19,4 %)
Pemanfaatan Potensi Lokal	4. Urgensi pengintegrasian Potensi Lokal dalam materi Kultur Jaringan Tumbuhan	71 orang (98,6 %)	1 orang (1,4 %)
	5. Kesadaran siswa untuk	68 orang (94,4 %)	4 orang (5,6 %)

Indikator	Aspek	Perolehan Jawaban “Ya/Sudah”	Perolehan Jawaban “Tidak/Belum”
	melestarikan tumbuhan Potensi Lokal melalui Kultur Jaringan Tumbuhan		
	6. Pemahaman kontekstual siswa melalui pemanfaatan tumbuhan Potensi Lokal dalam praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan	63 orang (87,5 %)	9 orang (12,5 %)
	7. Peran guru Biologi dalam mengintegrasikan Potensi Lokal ke dalam Kultur Jaringan Tumbuhan	27 orang (37,5 %)	45 orang (62,5 %)
Sumber Belajar Nilai-nilai Islam	8. Urgensi pengintegrasian nilai-nilai Islam ke dalam konsep Kultur Jaringan	67 orang (93,1 %)	5 orang (6,9 %)
	9. Peningkatan	63 orang	9 orang

Indikator	Aspek	Perolehan Jawaban “Ya/Sudah”	Perolehan Jawaban “Tidak/Belum”
	keimanan dan ketakwaan kepada Allah SWT melalui integrasi nilai-nilai ke dalam konsep Kultur Jaringan Tumbuhan	(87,5 %)	(12,5 %)
	10. Penghayatan keagungan dan ketakwaan kepada Allah SWT melalui integrasi nilai-nilai ke dalam konsep Kultur Jaringan Tumbuhan	67 orang (93,1 %)	5 orang (6,9 %)
	11. Pendalaman sikap religiusitas siswa melalui integrasi nilai-nilai Islam ke dalam materi Kultur Jaringan	63 orang (87,5 %)	9 orang (12,5 %)

Indikator	Aspek	Perolehan Jawaban “Ya/Sudah”	Perolehan Jawaban “Tidak/Belum”
	Tumbuhan		
	12. Peran guru Biologi dalam mengintegrasikan nilai-nilai Islam ke dalam materi Kultur Jaringan Tumbuhan	21 orang (29,2 %)	51 orang (70,8 %)
Pengetahuan Siswa tentang Potensi Lokal Andaliman	13. Kategori Andaliman sebagai salah satu Potensi Lokal Sumatera Utara	55 orang (76,4 %)	17 orang (23,6 %)
	14. Potensi pemanfaatan Andaliman	41 orang (56,9 %)	31 orang (43,1 %)
	15. Prosedur perbanyakkan Andaliman dengan teknik Kultur Jaringan Tumbuhan	30 orang (41,7 %)	42 orang (58,3 %)
Penguasaan Teknologi Siswa	16. Kemampuan siswa dalam mengoperasikan	53 orang (73,6 %)	19 orang (26,4 %)

Indikator	Aspek	Perolehan Jawaban “Ya/Sudah”	Perolehan Jawaban “Tidak/Belum”
	media pembelajaran berbasis Teknologi Informasi (TI)		
	17. Peran guru dalam meningkatkan literasi teknologi siswa	7 orang (9,7 %)	65 orang (90,3 %)
Ketersediaan Teknologi	18. Kepemilikan <i>Personal Computer</i> (PC)	53 orang (73,6 %)	19 orang (26,4 %)
	19. Kepemilikan gawai	38 orang (52,8 %)	34 orang (47,2 %)
	20. Penyediaan laboratorium komputer di sekolah	52 orang (72,2 %)	20 orang (27,8 %)
	21. Penyediaan perangkat pembelajaran berbasis Teknologi Informasi (TI) di sekolah	58 orang (80,6 %)	14 orang (19,4 %)
Laboratorium	22. Ketersediaan	69 orang	3 orang

Indikator	Aspek	Perolehan Jawaban “Ya/Sudah”	Perolehan Jawaban “Tidak/Belum”
Biologi dan laboratorium	laboratorium Biologi	(95,8 %)	(4,2 %)
Kultur Jaringan Tumbuhan di Sekolah	23. Kelengkapan alat dan bahan di laboratorium Biologi	64 orang (88,9 %)	8 orang (11,1 %)
	24. Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan	35 orang (48,6 %)	37 orang (51,4 %)

Sementara itu, wawancara dengan guru Biologi dilakukan dengan memberikan sejumlah pertanyaan yang dibagi ke dalam sepuluh aspek pertanyaan. Aspek pertanyaan tersebut ialah Hasil Belajar Siswa, Metode Pembelajaran, Kendala Praktikum, Media Pembelajaran, Ketersediaan Laboratorium Biologi, Ketersediaan Laboratorium Kultur Jaringan, Ketersediaan Perangkat Pembelajaran Berbasis Teknologi, Penguasaan Teknologi Guru, Potensi Lokal, dan Nilai-nilai Islam. Indikator tersebut diberikan melalui tanya jawab secara interaktif.

Menurut hasil wawancara dengan ibu Supraba Ika Sari, M.Pd selaku salah seorang guru Biologi kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan didapati bahwa pada aspek Hasil Belajar Siswa kondisi peserta didik dalam pembelajaran daring mengalami berbagai macam keadaan, seperti respon siswa yang kurang aktif dalam proses pembelajaran, siswa kurang mumpuni dalam memanajerial waktu pembelajaran, dan siswa merasa jenuh dengan beban tugas yang diberikan oleh guru Biologi. Selain itu, *researcher* juga menambahkan bahwa kurangnya ketersediaan media pembelajaran interaktif menjadi salah satu faktor timbulnya berbagai macam siswa dalam mengikuti pembelajaran daring tersebut. Oleh

karenanya, hanya sebagian siswa saja yang mencapai tujuan pembelajaran dan hasil belajar kognitif. Hal ini dibuktikan dengan masih terdapat sejumlah peserta didik yang belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) pada mata pelajaran Kultur Jaringan Tumbuhan.

Pada aspek Metode Pembelajaran didapatkan keterangan bahwa guru Biologi menerapkan model pembelajaran interaktif tanya jawab dan diskusi kelompok melalui *Telegram* dan *video conference Zoom Meeting*. Namun, guru Biologi tidak melakukan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan selama pembelajaran daring dikarenakan keterbatasan akses pembelajaran yang tidak menerapkan pembelajaran luar jaringan (*luring*). Pada aspek Kendala Praktikum, hambatan atau kendala yang sering dialami saat melaksanakan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan ialah keterbatasan alat dan bahan dalam pelaksanaan praktikum tersebut. Sehingga, guru Biologi acapkali melakukan lokakarya atau kunjungan ke laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan di laboratorium Yahdi yang bertempat di Kecamatan Medan Marelan. Namun, kegiatan tersebut tidak dapat dijalankan dalam pembelajaran daring.

Pada aspek Media Pembelajaran, *researcher* menggunakan media berupa *video tutorial* dan gambar-gambar yang mendukung pelaksanaan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Media tersebut dikirimkan dalam bentuk link akses media kepada siswa. Namun, media tersebut juga memiliki kelemahan karena tidak semua siswa mendapatkan pengalaman belajar yang nyata dalam mempelajari praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Pada aspek Ketersediaan Laboratorium Biologi diperoleh keterangan bahwa SMA Negeri 11 Medan telah memiliki laboratorium Biologi dengan alat dan bahan yang lengkap. Selain itu, pada aspek Ketersediaan Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan dapat diketahui bahwa SMA Negeri 11 Medan belum memiliki Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan dikarenakan mahalnya alat dan bahan serta biaya perawatannya.

Pada aspek Ketersediaan Perangkat Pembelajaran Berbasis Teknologi diperoleh keterangan bahwa SMA Negeri 11 Medan telah memiliki perangkat pembelajaran berbasis teknologi yang lengkap, seperti adanya laboratorium komputer dan pembelajaran Biologi di kelas telah dilengkapi dengan *projector*, aplikasi multimedia, dan *speaker*. Pada aspek Penguasaan Teknologi Guru didapatkan keterangan bahwa guru Biologi di SMA Negeri 11 Medan telah memiliki keterampilan teknologi yang baik. Hal didasari karena guru Biologi di SMA Negeri 11 Medan sering mengikuti dan mengadakan pelatihan pembelajaran Biologi berbasis digital, sehingga mumpuni untuk diterapkan dalam pembelajaran Biologi di kelas. Guru Biologi tersebut juga telah mengoptimalkan literasi teknologi kepada siswa saat mengajarkan materi Kultur Jaringan Tumbuhan. Hal ini dapat dibuktikan melalui pemanfaatan video dan *Learning Management System* saat mempelajari materi tersebut.

Pada aspek Potensi Lokal didapati keterangan bahwa guru Biologi sangat jarang mengintegrasikan konsep Potensi Lokal ke dalam pembelajaran materi Kultur Jaringan Tumbuhan. Padahal, guru tersebut menyadari bahwa mengintegrasikan konsep Potensi Lokal ke dalam pembelajaran Biologi, khususnya materi Kultur Jaringan Tumbuhan merupakan sesuatu hal yang penting karena siswa diajak untuk berpikir lebih kritis dalam memanfaatkan dan menjaga kelestarian keanekaragaman Potensi Lokal melalui implementasi prinsip-prinsip ilmu Biologi. Selanjutnya, pada aspek Nilai-nilai Islam diperoleh keterangan bahwa guru Biologi mengintegrasikan nilai-nilai Islam pada materi Kultur Jaringan Tumbuhan hanya pada pembukaan dan penutup pembelajaran. Padahal, mengintegrasikan nilai-nilai Islam tersebut merupakan suatu hal yang sangat penting untuk membentuk siswa yang berkarakter.

Dengan demikian, berdasarkan hasil wawancara tersebut potensi masalah yang menjadi dasar dilakukannya penelitian dan pengembangan dalam Skripsi ini, yaitu:

- a. Guru Biologi kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan tidak menerapkan praktikum Kultur Jaringan karena keterbatasan alat dan bahan. Padahal, praktikum tersebut termasuk dalam kategori materi yang wajib dipelajari dengan pendekatan saintifik melalui kegiatan praktikum, khususnya pada pokok bahasan Bioteknologi Modern.
- b. Guru Biologi kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan jarang mengintegrasikan potensi lokal ke dalam pembelajaran Biologi. Padahal, objek Biologi berbasis kearifan lokal sangat lazim dihubungkan dalam kegiatan pembelajaran Biologi, khususnya pada kegiatan praktikum.
- c. Guru Biologi kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan sangat jarang mengintegrasikan nilai-nilai Islam ke dalam pembelajaran Biologi. Padahal, nilai-nilai Islam termasuk dalam aspek penting untuk mencapai Tujuan Pembelajaran yang telah dirumuskan di dalam RPP, khususnya untuk mengasah sikap religiusitas siswa melalui materi Kultur Jaringan.
- d. Guru Biologi kelas XII IPA di SMA Negeri 11 Medan sangat jarang menggunakan media pembelajaran interaktif, khususnya pada kegiatan praktikum Biologi. Padahal, media pembelajaran interaktif sangat diperlukan untuk mensimulasikan kegiatan pembelajaran dan menambah pemahaman secara konkret oleh siswa.

2. Design

Pada tahap ini dilakukan perancangan media interaktif *Virtual Laboratory* berdasarkan analisis kebutuhan media pembelajaran di SMA Negeri 11 Medan. Rancangan media tersebut dilakukan dengan membuat *storyboard* atau peta konsep pengoperasian *Virtual Laboratory*, rancangan penyajian konten materi, dan penentuan alat dan bahan praktikum.

Adapun hasil rancangan *storyboard Virtual Laboratory* tersebut dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4.2 *Storyboard Virtual Laboratory* Kultur Jaringan Tumbuhan Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal

PRAKTIKUM KULTUR JARINGAN TUMBUHAN TERINTEGRASI NILAI-NILAI ISLAM DAN POTENSI LOKAL DI SMA NEGERI 11 MEDAN				
Menu Profil Peneliti	Menu Materi	Menu Prosedur Kerja	Menu Daftar Pustaka	Menu <i>Quiz</i>
<i>Storyboard</i> halaman <i>dashboard</i>				

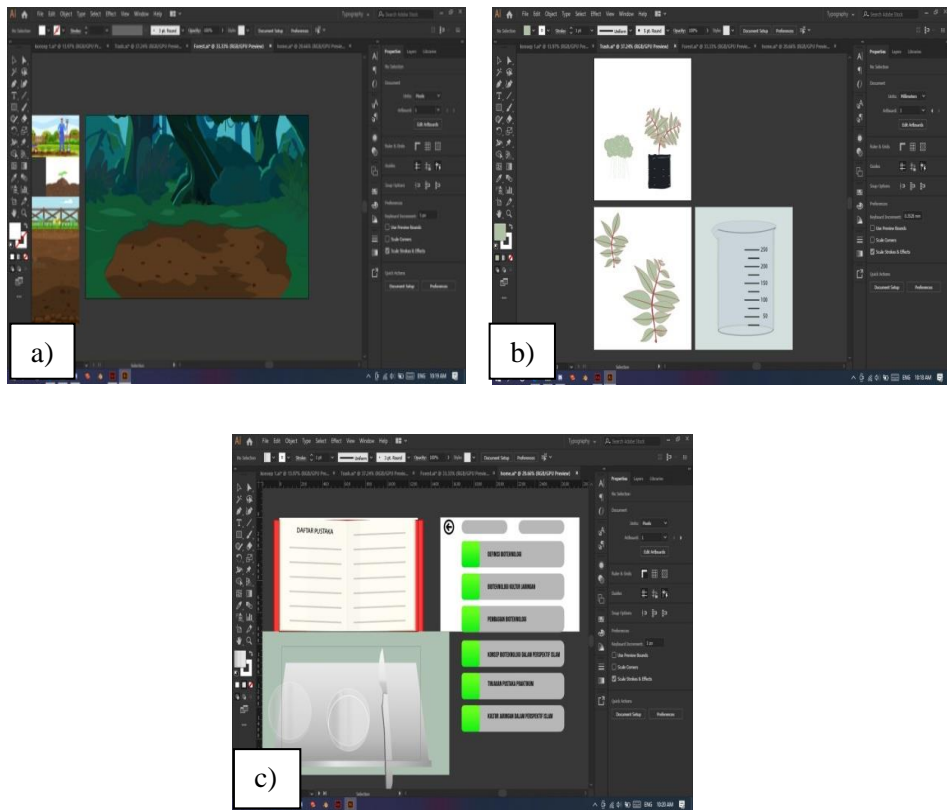
Menu Materi	Kompetensi Dasar
	Tujuan Pembelajaran
	Defenisi Bioteknologi
	Bioteknologi Kultur Jaringan
	Pembagian Bioteknologi
	Konsep Bioteknologi dalam Perspektif Islam
	Deskripsi Andaliman
	Kultur Jaringan dalam Perspektif Islam
Menu Prosedur Kerja	Sterilisasi Alat dan Bahan
	Pengambilan Eksplan
	Sterilisasi Eksplan
	Penanaman Eksplan pada Medium
	Pembentukan Kalus
	Induksi Subkultur
	Pembentukan Plantlet
	Aklimatisasi
	Penanaman Tanaman Hasil Kultur <i>In Vitro</i> ke Lingkungan <i>In Vivo</i>
Menu Profil Peneliti	Nama Lengkap Peneliti
	NIM Peneliti

	Program Studi Peneliti
	Fakultas dan Universitas Peneliti
	Keterangan Pembimbing Skripsi 1 dan 2
Menu <i>Quiz</i>	Defenisi Kultur Jaringan Tumbuhan
	Konsep Sterilisasi Alat dan Bahan
	Prinsip Pemilihan Medium Kultur Jaringan Tumbuhan
	Prosedur Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan
	Proses Aklimatisasi
	Korelasi Ayat Al-Qur'an dengan Konsep Kultur Jaringan Tumbuhan
	Pemanfaatan Andaliman (<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>) dalam Praktikum Kultur Jaringan
Menu Daftar Pustaka	
<i>Storyboard</i> halaman menu perintah	

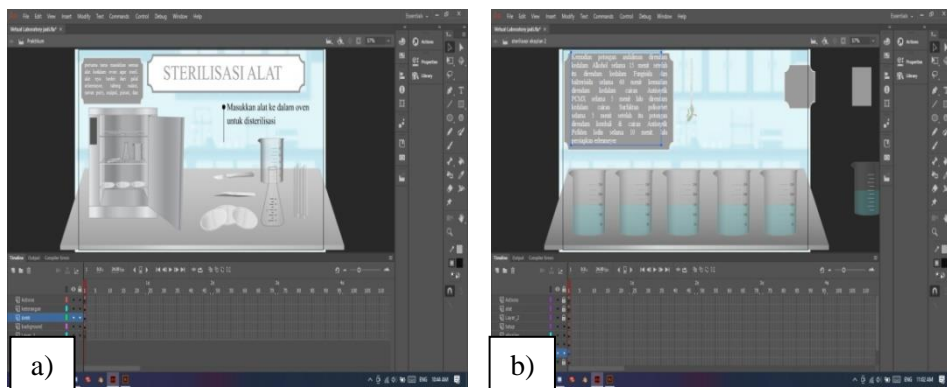
3. *Development*

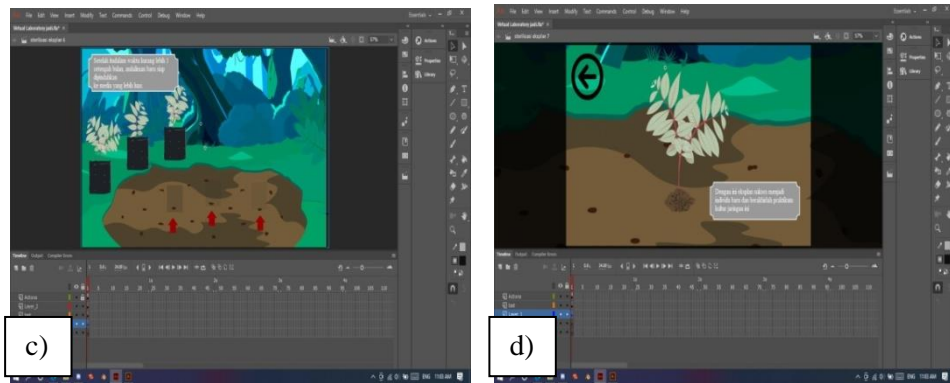
Pada tahap ini dilakukan pengembangan lebih lanjut pembuatan *Virtual Laboratory* berdasarkan hasil rancangan media yang telah ditetapkan. Pengembangan rancangan tersebut dilakukan dengan memperhatikan dua aspek penting yaitu pengembangan rancangan animasi menggunakan *Adobe Illustrator* dan pengembangan rancangan pengintegrasian animasi ke dalam *Adobe Animate*.

Beberapa contoh tampilan hasil pengembangan rancangan tersebut dapat dilihat melalui gambar 4.1 dan gambar 4.2 berikut, yaitu:



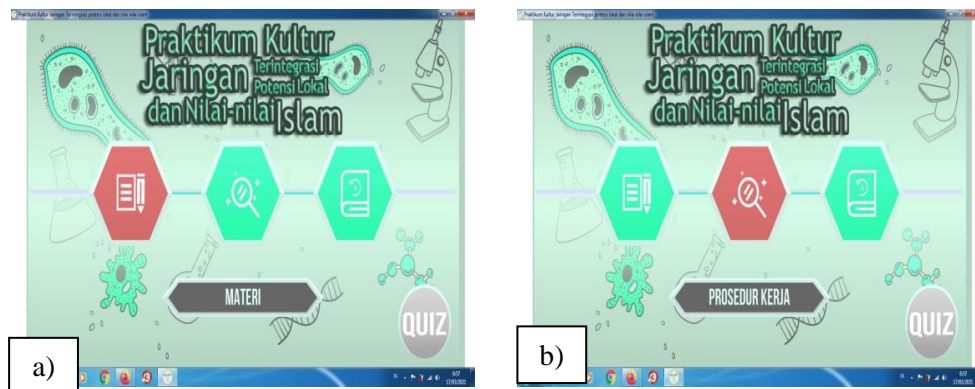
Gambar 4.1 Rancangan Animasi *Virtual Laboratory* Menggunakan *Adobe Illustrator*: a) Animasi Alat dan Bahan serta Menu Utama, b) Animasi Eksplan, c) Animasi Aklimatisasi

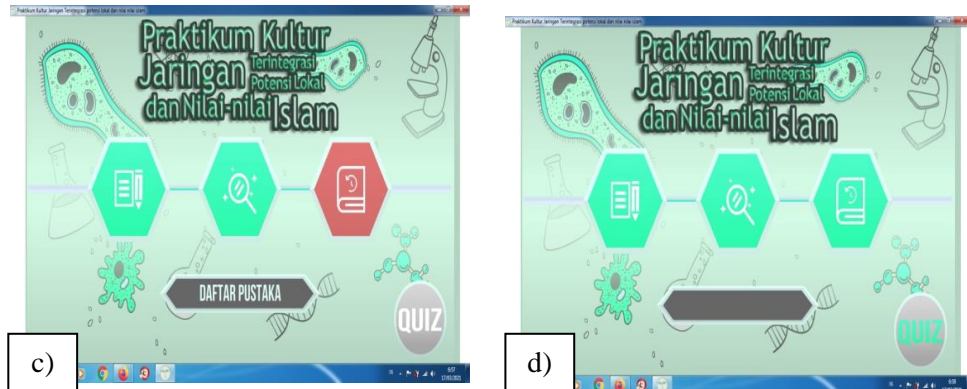




Gambar 4.2 Rancangan Integrasi Animasi *Virtual Laboratory* Menggunakan *Adobe Animate*: a) Mekanisme Pengerjaan Sterilisasi Alat, b) Mekanisme Pengerjaan Sterilisasi Eksplan, c) Mekanisme Pengerjaan Penanaman Plantlet ke Lingkungan *In Vivo*, d) Mekanisme Pengerjaan Tahap Akhir Praktikum

Pada tahap ini telah diketahui beberapa komponen menu dasar yang ditampilkan di bagian *dashboard* atau tampilan depan media. Pada bagian tersebut terdapat empat fitur utama yaitu menu Materi, Prosedur Kerja, Daftar Pustaka, dan Test Formatif dalam bentuk Pilihan Berganda.



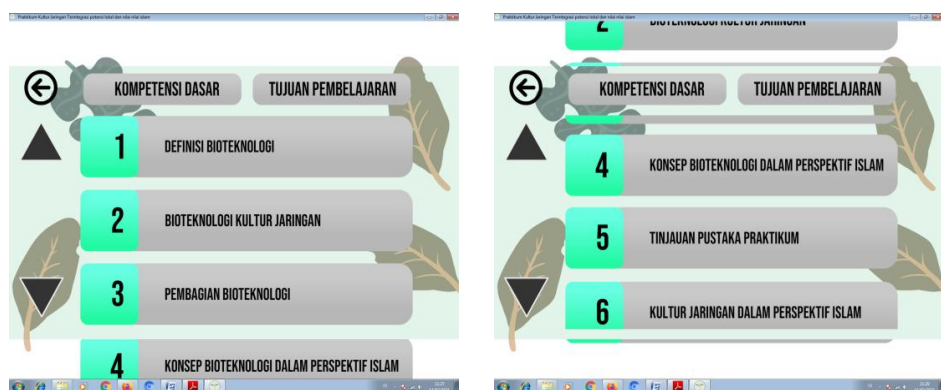


Gambar 4.3 Tampilan *Dashboard Virtual Laboratory* yang Dikembangkan: a) Menu Materi, b) Menu Prosedur Kerja Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan, c) Menu Daftar Pustaka, d) *Test* Formatif

Masing-masing fitur yang terdapat dibagian *dashboard* tersebut dapat dipaparkan sebagai berikut, yaitu:

a. Menu Materi

Pada menu ini berisikan sejumlah sub menu yang berkaitan dengan pengenalan Kompetensi Dasar (KD), Tujuan Pembelajaran, dan Landasan Teori Pendukung Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Landasan Teori tersebut dapat diperinci menjadi Defenisi Bioteknologi, Bioteknologi Kultur Jaringan Tumbuhan, Pembagian Bioteknologi, Konsep Bioteknologi dalam Perspektif Islam, Pengenalan Andaliman, dan Kultur Jaringan dalam Perspektif Islam.



Gambar 4.4 Daftar Sub Menu yang terdapat dalam Menu Materi *Virtual Laboratory* Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan

Tiap-tiap sub menu yang disajikan dalam menu Materi dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Sub Menu Kompetensi Dasar (KD)

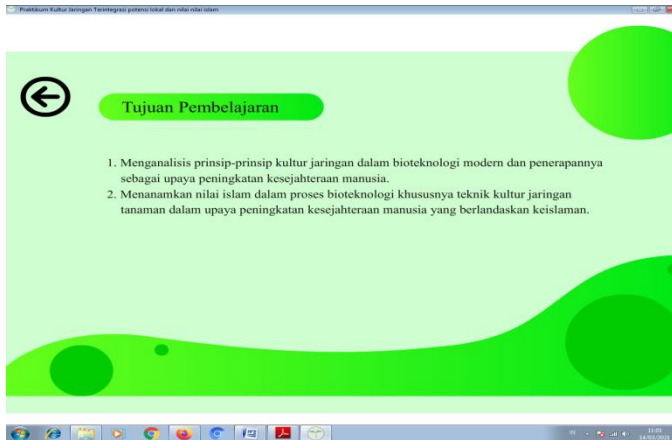
Bagian ini menyajikan Kompetensi Dasar (KD) sebagai kemampuan dan materi pembelajaran minimal yang harus dicapai oleh siswa pada praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Kompetensi Dasar (KD) ini disajikan berdasarkan lampiran Permendikbud RI No. 24 Tahun 2016 mengenai rincian Standar Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran. Adapun tampilan sub menu ini dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 4.5 Tampilan Kompetensi Dasar (KD) Materi Kultur Jaringan Tumbuhan pada *Virtual Laboratory*

2) Sub Menu Tujuan Pembelajaran

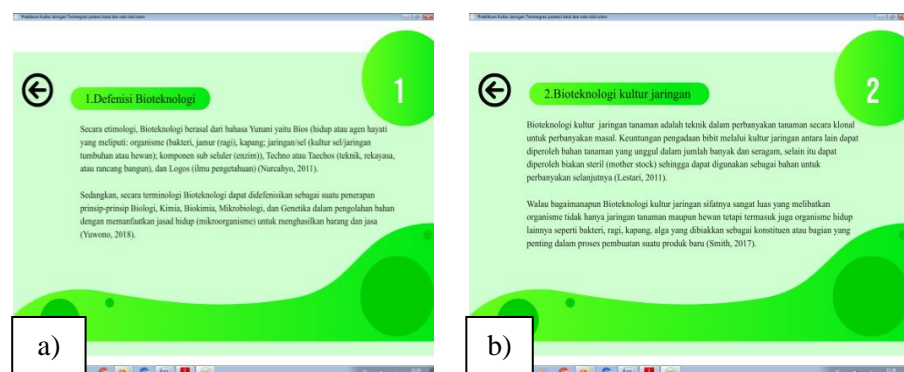
Bagian ini menyajikan Tujuan Pembelajaran yang hendak dicapai oleh siswa setelah melakukan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Tujuan Pembelajaran ini dirumuskan berdasarkan Permendikbud RI No. 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pelajaran. Berikut merupakan tampilan sub menu Tujuan Pembelajaran, yaitu:



Gambar 4.6 Tampilan Kompetensi Dasar (KD) Materi Kultur Jaringan Tumbuhan pada *Virtual Laboratory*

3) Sub Menu Landasan Teori

Bagian ini menyajikan beberapa Tinjauan Kepustakaan yang menjadi referensi dalam praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Tinjauan Kepustakaan ini dibagi ke dalam beberapa sub tinjauan teoritis terpisah, seperti Defenisi Bioteknologi, Bioteknologi Kultur Jaringan Tumbuhan, Pembagian Bioteknologi, Konsep Bioteknologi dalam Perspektif Islam, Pengenalan Andaliman, dan Kultur Jaringan dalam Perspektif Islam. Masing-masing tinjauan tersebut dipaparkan berdasarkan beberapa literatur ilmiah yang relevan dengan tinjauan teoritis tersebut. Berikut merupakan tampilan sub menu ini:

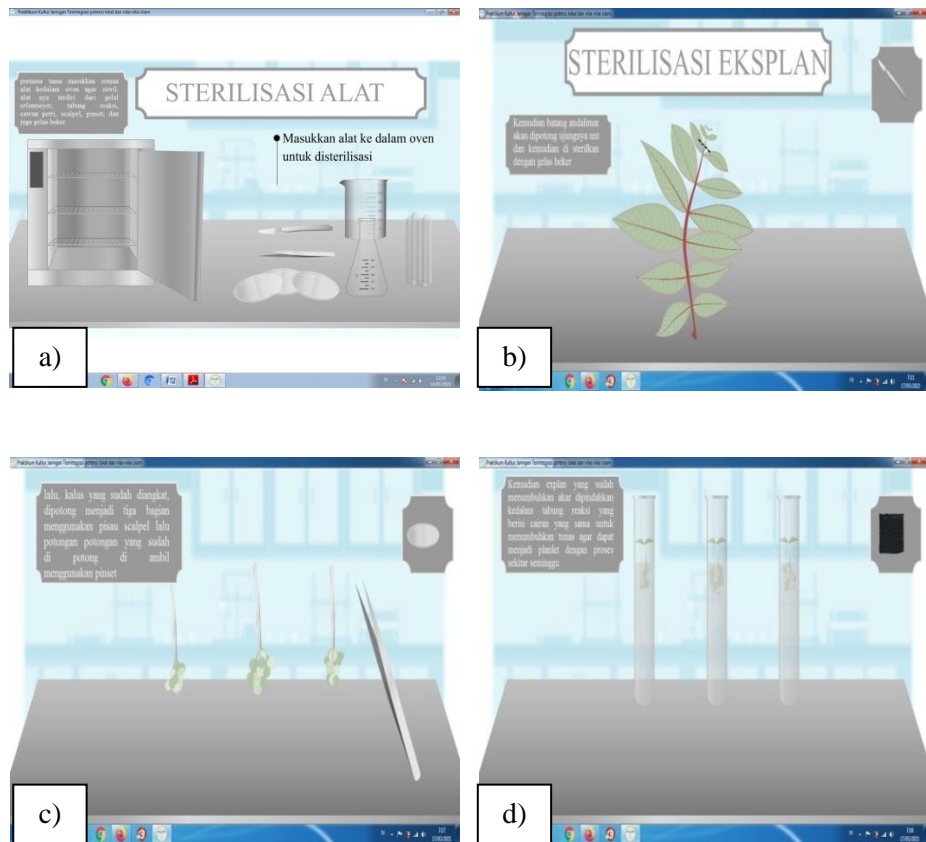




Gambar 4.7 Tampilan Beberapa Sub Menu Landasan Teori Materi Kultur Jaringan Tumbuhan pada *Virtual Laboratory*: a) Defenisi Bioteknologi, b) Bioteknologi Kultur Jaringan, c) Pembagian Bioteknologi, d) Konsep Bioteknologi dalam Perspektif Islam, e) Klasifikasi dan Ciri-ciri Andaliman, f) Kultur Jaringan dalam Perspektif Islam

b. Menu Prosedur Kerja Praktikum

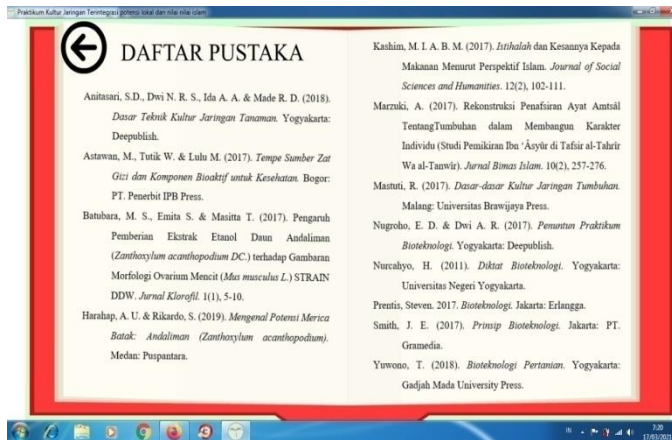
Pada menu ini menyajikan tampilan alat dan bahan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan yang dapat dioperasikan oleh siswa dengan meng-*click* dan men-*drag* setiap alat dan bahan sesuai dengan prosedur praktikum. Menu ini juga menampilkan keterangan langkah kerja praktikum untuk memudahkan siswa memahami kegiatan praktikum. Siswa dapat mengetahui reaksi yang ditimbulkan pada setiap perlakuan alat dan bahan yang dioperasikan. Beberapa tampilan menu ini dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.8 Tampilan Beberapa Prosedur Kerja Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan pada *Virtual Laboratory*: a) Sterilisasi Alat, b) Sterilisasi Eksplan, c) Induksi Sub Kultur, d) Somatik Embriogenesis

c. Menu Daftar Pustaka

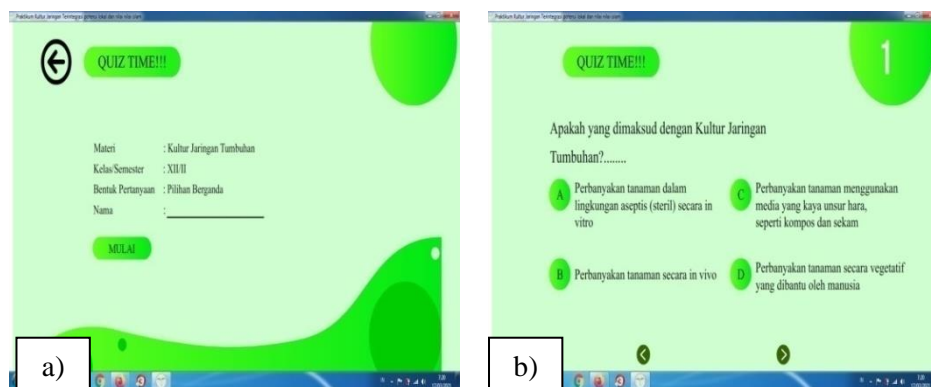
Pada menu ini disajikan daftar literatur yang digunakan dalam kegiatan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Tampilan menu Daftar Pustaka pada *Virtual Laboratory* dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.9 Tampilan Daftar Pustaka Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan pada *Virtual Laboratory*

d. Menu Test Formatif

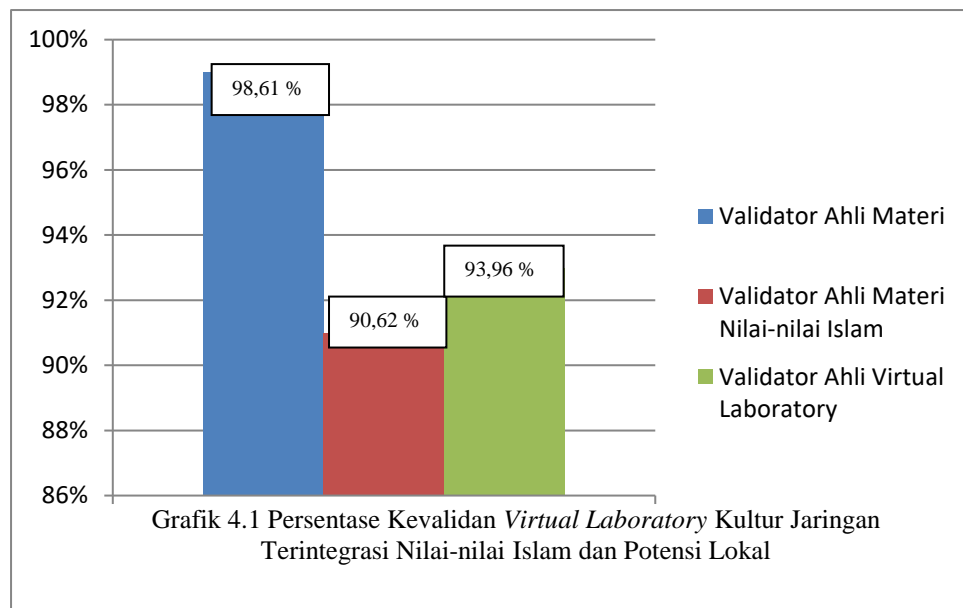
Pada menu ini ditampilkan *quiz* dalam bentuk pilihan berganda yang dapat dikerjakan oleh siswa untuk mengukur pemahaman siswa terkait dengan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan yang telah dikerjakan. *Quiz* ini dioperasikan dengan mengisi identitas siswa terlebih dahulu, kemudian siswa dapat mengerjakan sepuluh butir soal dengan meng-*click* salah satu opsi jawaban yang dianggap paling benar. Pada bagian akhir sesi pengerjaan soal akan ditampilkan perolehan *score* siswa secara otomatis. Tampilan menu Test Formatif pada *Virtual Laboratory* dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.10 Tampilan Menu *Quiz* pada *Virtual Laboratory*: a) Tampilan Awal *Quiz*, b) Tampilan Soal

4. Implementation

Pada tahap ini dilakukan pengenalan *Virtual Laboratory* yang dikembangkan kepada tiga orang validator, yaitu validator Ahli Materi, validator Ahli Materi Nilai-nilai Islam, dan validator Ahli *Virtual Laboratory* untuk mengetahui tingkat validitas media pembelajaran tersebut. Hasil validasi dari masing-masing validator dapat dilihat melalui grafik berikut.



Selanjutnya, masing-masing validator juga memberikan saran dan komentar terhadap *Virtual Laboratory* yang telah dikembangkan. Saran dan komentar tersebut dapat dilihat melalui tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.3 Saran dan Komentar Validator terhadap *Virtual Laboratory*

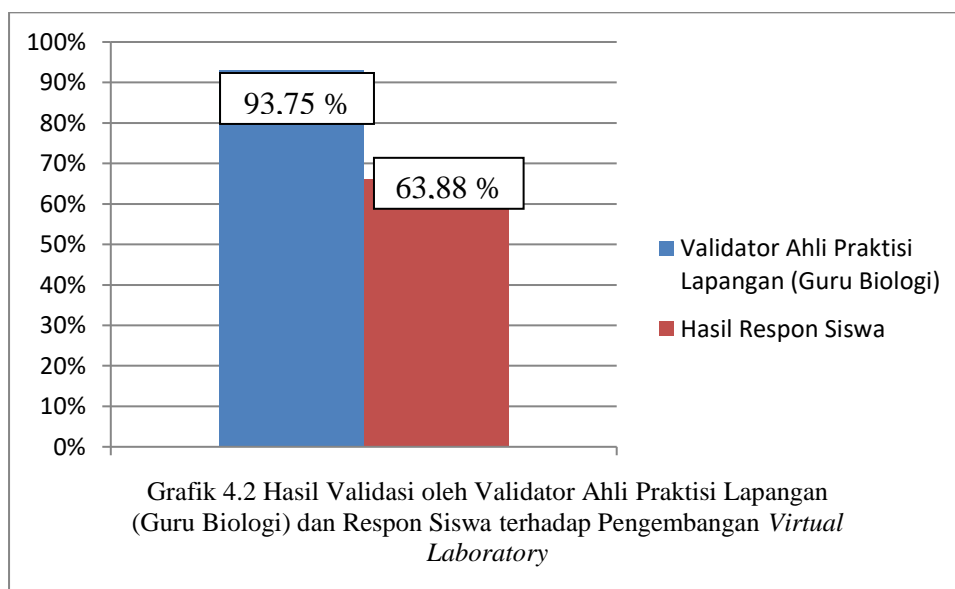
No.	Validator	Saran dan Komentar	Keterangan
1.	Validator Ahli Materi	<i>Virtual Laboratory</i> yang disajikan dapat dipahami sesuai dengan konsep dan konteks yang diteliti. Namun, guru tetap harus menjelaskan	Produk dapat diimplementasikan dalam pembelajaran

No.	Validator	Saran dan Komentar	Keterangan
		materi agar pemahaman siswa menjadi lebih jelas	
2.	Validator Ahli Materi Nilai-nilai Islam	<i>Virtual Laboratory</i> ini telah memiliki penguatan unsur-unsur nilai keislaman kepada siswa. Nilai-nilai keislaman tersebut menjadi tolak ukur ketercapaian sikap religiusitas siswa. Sehingga, guru sebaiknya mampu memfokuskan aspek sikap spiritual tersebut dalam pembelajaran	Produk dapat diimplementasikan dalam pembelajaran
3.	Validator Ahli <i>Virtual Laboratory</i>	<i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan telah memiliki daya fungsi yang baik. Namun, usahakan untuk menambahkan fungsi penggunaan pada layout informasi. Selain itu, usahakan juga untuk memberikan keterangan dan perbedaan warna pada tiap-tiap larutan yang digunakan dalam	Produk dapat diimplementasikan dalam pembelajaran

No.	Validator	Saran dan Komentar	Keterangan
		proses sterilisasi eksplan	

Setelah dilakukan validasi media berdasarkan arahan dari tiap-tiap validator, maka dilakukan pengenalan media kepada praktisi lapangan (guru Biologi) dan siswa. Pengenalan media kepada praktisi lapangan (guru Biologi) bertujuan untuk memvalidasi media dalam hal kelayakan media tersebut untuk diaplikasikan dalam pembelajaran. Sementara itu, respon siswa dimaksud untuk mengetahui reaksi siswa terhadap pengembangan *Virtual Laboratory* sebagai bahan untuk dilakukan evaluasi terhadap media pembelajaran tersebut.

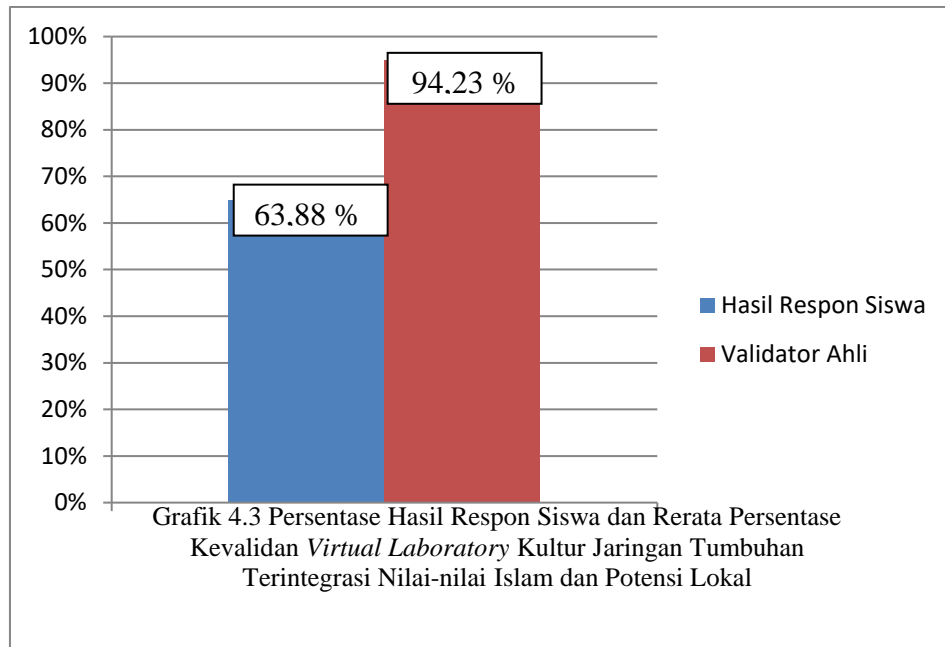
Hasil validasi *Virtual Laboratory* oleh validator praktisi lapangan (guru Biologi) dan respon siswa dapat dilihat melalui grafik 4.1 berikut.



5. Evaluation

Pada tahap ini dilakukan proses evaluasi terhadap *Virtual Laboratory* yang dikembangkan. Evaluasi tersebut dilakukan berdasarkan hasil respon siswa dan rerata persentase kevalidan dari tiap-tiap validator

terhadap media pembelajaran tersebut. Hasil penilaian tersebut dapat dilihat melalui grafik 4.3 berikut.



Berdasarkan penilaian tersebut dapat dipahami bahwa persentase respon siswa terhadap *Virtual Laboratory* Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal berada pada kategori baik dan rerata persentase kevalidan oleh seluruh validator menunjukkan kriteria sangat baik. Dengan demikian, berdasarkan penilaian tersebut *Virtual Laboratory* yang dikembangkan tidak perlu mengalami revisi dan siap diimplementasikan dalam pembelajaran karena telah sesuai dengan kriteria dan konteks praktikum.

B. Pembahasan

Pada tahap *Analysis* dilakukan analisis dan identifikasi masalah terhadap kebutuhan pembelajaran Biologi siswa yang melatarbelakangi pengembangan *Virtual Laboratory* terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal. Menurut respon siswa melalui kuesioner yang dibagikan dapat dipahami bahwa seluruh siswa yang menjadi sampel penelitian setuju bahwa media pembelajaran sangat dibutuhkan untuk mempelajari materi Kultur Jaringan Tumbuhan dengan persentase responden mencapai 100 %. Hal yang

sama juga diungkapkan oleh ibu Supraba Ika Sari, M.Pd selaku guru Biologi kelas XII IPA bahwa pembelajaran Biologi siswa pada materi Kultur Jaringan Tumbuhan menjadi kurang mumpuni karena kurangnya media pembelajaran interaktif di sekolah tersebut dan juga tidak terlaksananya praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan karena keterbatasan alat dan bahan untuk menjalankan praktikum tersebut dan diterapkannya pembelajaran daring selama masa *Pandemi Covid 19*.

Virtual Laboratory sebagai salah satu media pembelajaran interaktif dapat dijadikan solusi atas permasalahan tersebut karena media ini dapat mensimulasikan suatu kegiatan praktikum, khususnya Kultur Jaringan Tumbuhan. Sehingga praktikan tidak mengalami kendala untuk menyediakan alat dan bahan yang cukup mahal dan memerlukan perawatan yang kompleks untuk menjalankan praktikum tersebut. Hal ini senada menurut Sumargo yang menyatakan bahwa *Virtual Laboratory* sangat efektif untuk menjelaskan konsep materi melalui eksperimen yang tidak dapat dilakukan pada laboratorium konvensional.¹¹⁶ Selanjutnya, *researcher* juga menegaskan bahwa SMA Negeri 11 Medan telah memiliki sejumlah perangkat pembelajaran berbasis Teknologi Informasi (TI), seperti laboratorium komputer dengan perangkat media yang lengkap, *projector*, dan *speaker*. Respon siswa juga menunjukkan bahwa hampir seluruh siswa telah memiliki *Personal Computer* (PC) sebesar 73,6 %. Dengan demikian, penerapan *Virtual Laboratory* di SMA Negeri 11 Medan tidak menjadi kendala dalam aspek ketersediaan perangkat teknologi. Selain itu, Syafaruddin juga menambahkan bahwa teknologi dalam pembelajaran merupakan teknik pengelolaan yang menjadi faktor pendukung keberhasilan proses transformasi dari suatu sistem tradisional menuju sistem lebih mutakhir. Hal ini secara

¹¹⁶ Sumargo, E. (2014). Penerapan Media Laboratorium *Virtual* (Phet) pada Materi Laju Reaksi dengan Model Pengajaran Langsung (*The Application of Virtual Laboratory Media (Phet) at Reaction Rate Subject Using Direct Instruction Model*). *Unesa Journal of Chemical Education*, 3(1).

langsung berimplikasi dalam upaya untuk meningkatkan mutu pendidikan di Indonesia.¹¹⁷

Selanjutnya, kemampuan siswa dalam mengoperasikan suatu media pembelajaran berbasis Teknologi Informasi (TI) tergolong tinggi dengan jumlah respon mencapai 73,6 %. Selain itu, kemampuan guru Biologi dalam menguasai teknologi pembelajaran juga tergolong baik dikarenakan guru Biologi di SMA Negeri 11 Medan sering mengadakan dan mengikuti pelatihan pembelajaran daring yang menuntut adanya penerapan teknologi dalam pembelajaran. Namun, peran guru Biologi untuk meningkatkan literasi teknologi siswa masih tergolong rendah dengan total responden mencapai 9,7 %. Hal ini disebabkan karena kurangnya ketersediaan media pembelajaran aplikatif yang mampu meng-cover kebutuhan pembelajaran Biologi secara langsung. Oleh karenanya, *Virtual Laboratory* dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kompetensi literasi teknologi siswa. Hal ini sesuai menurut Hasse (2017) bahwa media pembelajaran berbasis digital termasuk *Virtual Laboratory* dapat memproyeksikan dan mengelola kegiatan aktif pembelajaran ke dalam suatu kemampuan analitik yang sejalan dengan perkembangan teknologi. Sehingga, siswa diberi akses untuk mengasah keterampilan teknologi melalui penyerapan informasi daya kompleks.¹¹⁸

Selanjutnya, menurut respon siswa melalui kuesioner terhadap integrasi nilai-nilai keislaman dalam pembelajaran Biologi dapat diketahui bahwa siswa setuju mengintegrasikan nilai-nilai keislaman dalam materi Kultur Jaringan Tumbuhan merupakan suatu hal yang penting dengan total responden mencapai 93,1 %. Hal ini disebabkan mengaitkan nilai-nilai keislaman dalam materi tersebut dapat meningkatkan keimanan dan ketakwaan kepada Allah SWT dengan menghayati kebesaran-Nya melalui penerapan prinsip-prinsip Kultur Jaringan Tumbuhan. Namun, menurut respon siswa selanjutnya internalisasi nilai-nilai keislaman dalam materi

¹¹⁷ Prof. Dr. Syafaruddin, M.A. 2011. *Pengelolaan Pendidikan*. Medan: Perdana Publishing, h. 35.

¹¹⁸ Hasse, C. (2017). Technological literacy for teachers. *Oxford Review of Education*, 43(3), 365-378.

tersebut masih tergolong perlu ditingkatkan dengan total responden mencapai 29,2 %. Hal ini sesuai menurut hasil wawancara dengan *researcher* yang menerangkan bahwa guru Biologi sangat jarang menginternalisasikan nilai-nilai keislaman dalam materi Kultur Jaringan Tumbuhan tersebut. Oleh karena itu, pengembangan *Virtual Laboratory* Kultur Jaringan Tumbuhan terintegrasi nilai-nilai Islam dalam penelitian ini dapat menjadi solusi atas kurangnya penguatan nilai-nilai Islam dalam mempelajari praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Hal yang sama juga ditegaskan oleh Solihin bahwa mengintegrasikan nilai-nilai keislaman dalam pembelajaran dapat mengasah ketercapaian karakter religiusitas dan budi pekerti siswa karena nilai-nilai keislaman mengandung unsur-unsur pendalaman dan penghayatan kebesaran Allah SWT dan penguatan akhlak mulia. Konsep tersebut sesuai dengan tuntutan Kurikulum 2013 untuk mencapai KI 1 mengenai kompetensi sikap spiritual.¹¹⁹ Selain itu, Winoto juga melaporkan bahwa pemanfaatan teknologi pembelajaran yang substansinya dikaitkan dengan nilai-nilai religiusitas dapat meningkatkan efektivitas pemahaman siswa mengenai sikap toleransi sebagai salah satu wujud ajaran agama yang harus dimiliki oleh siswa dalam kehidupan multikultural.¹²⁰ Syafaruddin juga menambahkan pengembangan media pembelajaran berbasis nilai-nilai Islam bersesuaian dengan landasan agama dalam pengembangan muatan kurikulum yang menjadi pilar dalam implementasi pembelajaran kepada peserta didik. Hal ini didasari oleh adanya rasionalisasi penguatan sistem pelaksanaan pembelajaran berdasarkan pokok-pokok integratif antara nilai-nilai Islam dengan materi yang diajarkan.¹²¹

Selain itu, menurut respon siswa terhadap pemanfaatan Potensi Lokal dapat dipahami bahwa sebagian besar siswa setuju bahwa mengaitkan antara konsep Potensi Lokal ke dalam pembelajaran Biologi merupakan suatu

¹¹⁹ Solihin, S., Maya, R., & Priyatna, M. (2020). Peran Guru Pendidikan Agama Islam dan Budi Pekerti dalam Meningkatkan Karakter Religius Siswa melalui Program Salat Berjamaah dan Salat Duha Siswa Kelas VIII di SMPN 9 Bogor Tahun Ajaran 2019/2020. *Prosa PAI: Prosiding Al Hidayah Pendidikan Agama Islam*, 3(01), 110-123.

¹²⁰ Winoto, D. E. 2020. The Conception of Intercultural Learning Media and Education. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 7(7), 111-120.

¹²¹ Prof. Dr. Syafaruddin, M.Pd. 2017. *Manajemen Kurikulum*. Medan, Perdana Publishing, h. 155.

hal yang sangat penting dengan total responden sebanyak 98,6 %. Sebagian besar siswa juga telah mengetahui bahwa Andaliman termasuk dalam kategori Potensi Tumbuhan Lokal khas Sumatera Utara yang memiliki banyak manfaat dengan total responden sebanyak 56,9 %. Namun, hanya sebagian siswa yang mengetahui bahwa perbanyakan secara generatif Andaliman saat ini mengalami hambatan sebagaimana yang diungkapkan oleh Asbur bahwa daya perkecambahan generatif Andaliman sangat rendah dan pada waktu tertentu sangat dipengaruhi oleh polinator dan faktor lingkungan eksternal lainnya.¹²² Sehingga, diharapkan ditemukan metode perbanyakan Andaliman yang dapat mengatasi masalah produksi tersebut, yaitu salah satunya dengan menerapkan konsep praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan.

Pemahaman siswa yang rendah tentang metode perbanyakan Andaliman melalui Kultur Jaringan Tumbuhan dipicu oleh faktor kurangnya peran guru Biologi dalam mengintegrasikan konsep Biologi dalam pemanfaatan Potensi Lokal. Hal ini sesuai menurut hasil wawancara dengan *researcher* bahwa konsep tentang Potensi Lokal kurang dikaitkan dalam pembelajaran Biologi. Oleh sebab itu, pengembangan *Virtual Laboratory* terintegrasi Potensi Lokal dalam penelitian ini dapat menjadi solusi atas kurangnya penguatan konsep Potensi Lokal dalam pembelajaran Biologi. Hal ini dimaksudkan untuk memberi pengetahuan secara intensif kepada siswa mengenai pentingnya pelestarian spesies endemik melalui penerapan konsep ilmu Biologi. Hal ini sesuai menurut Mumpuni yang menyatakan bahwa integrasi konsep Potensi Lokal dalam pembelajaran Biologi dapat mengembangkan keunggulan potensi sumberdaya alam demi menjaga kelestarian lingkungan dan keanekaragaman hayati yang menjadi ciri khas suatu daerah. Implementasi kegiatan tersebut ialah keterwujudan aksi *deep ecology*, dimana setiap individu dapat ambil andil dalam menjaga kestabilan alam. Hal tersebut juga berimplikasi terhadap pengembangan pendidikan

¹²² Asbur Y. *loc. cit.*

karakter siswa karena siswa diarahkan untuk memahami dan menghayati berbagai permasalahan dan tantangan yang muncul dari daerahnya.¹²³

Pada tahap *Design* dilakukan rancangan pembuatan *Virtual Laboratory* yang terbagi ke dalam tiga proses, yakni pengerjaan rancangan *storyboard*, penentuan sajian konten materi, dan penentuan rancangan animasi alat dan bahan praktikum serta *tools* menu perintah kegiatan praktikum. Pada tahap pengerjaan rancangan *storyboard* dilakukan gambaran skema kegiatan atau peta konsep yang menjadi alur cerita dalam kegiatan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Skema tersebut terdiri dari penentuan sajian menu perintah dan instruksi yang ditampilkan pada setiap sub menu perintah tersebut. Hal ini sesuai menurut Khairani bahwa sistem dalam perangkat media pembelajaran digital harus dirancang sedemikian rupa untuk memudahkan dalam mengoperasikan media tersebut oleh peserta didik.¹²⁴ Simamora juga mengungkapkan bahwa *storyboard* dalam suatu media simulasi berisikan alur cerita yang menjadi rekam jejak seputar perintah pengerjaan eksperimen.¹²⁵ Dalam hal ini, *storyboard* dari *Virtual Laboratory* yang dikembangkan terdiri dari empat menu utama yang disajikan dalam laman dashboard.

Menu utama tersebut ialah menu Materi, menu Prosedur Kerja Praktikum, menu *Quiz*, dan menu Daftar Pustaka. Menu Materi berisikan Kompetensi Dasar dan Tujuan Pembelajaran, sajian kepustakaan yang berkenaan dengan defenisi dan ruang lingkup Bioteknologi, Konsep Kultur Jaringan Tumbuhan, Deskripsi Andaliman, serta Tinjauan Bioteknologi dan Kultur Jaringan Tumbuhan dalam perspektif Islam. Pada menu Prosedur Kerja Praktikum berisikan serangkaian langkah kerja untuk mengaplikasikan proses induksi tanaman secara Kultur Jaringan dengan memanfaatkan eksplan

¹²³ Mumpuni, K. E. (2013). Potensi Pendidikan Keunggulan Lokal Berbasis Karakter dalam Pembelajaran Biologi di Indonesia. *Prosiding Seminar Biologi*, Vol. 10 (2), 1-7.

¹²⁴ Miftahul Khairani, Sutisna, dan Slamet Suyanto. 2019. Studi Meta-Analisis Pengaruh Video Pembelajaran terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Biolokus*. 2(1), 158-166.

¹²⁵ Simamora, P. R., & Zega, S. A. 2019. Perancangan 3D Modeling Kapal dan VFX *Water Simulation* dalam Animasi 3D Berjudul " *Blue & Flash*". *Journal of Applied Multimedia and Networking*, 3(2), 53-57.

berupa Andaliman. Tampilan menu tersebut dilengkapi dengan gambar dan animasi agar pemahaman siswa menjadi lebih konkrit. Hal ini sesuai menurut Mayer bahwa media pembelajaran berbasis multimedia harus memenuhi prinsip multimedia, yaitu adanya penyajian konsep materi dalam bentuk gambar visual untuk memudahkan siswa dalam mengonstruksi pemahaman materi sekaligus membangun mental untuk menerima informasi secara empirik melalui tampilan animasi yang terkandung dalam media tersebut.¹²⁶ Pada menu *Quiz* berisikan sepuluh soal pilihan berganda yang dibuat berdasarkan ketercapaian Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) materi Kultur Jaringan Tumbuhan. Melalui menu *Quiz* ini, siswa berkesempatan untuk mengasah kemampuan kognitif yang dimiliki. Hal ini sebagaimana yang diungkapkan oleh Mardianto bahwa kemampuan kognitif siswa berhubungan erat dengan kemampuan intelektual, seperti mengingat fakta-fakta dan konsep serta kemampuan untuk menyelesaikan masalah.¹²⁷ Dalam hal ini fakta dan konsep tersebut berkaitan dengan prinsip-prinsip penerapan Kultur Jaringan Tumbuhan. Sedangkan, menu Daftar Pustaka berisikan seluruh sumber kajian literatur yang disajikan dalam *Virtual Laboratory* yang dikembangkan.

Sementara itu, penentuan konten materi dilakukan berdasarkan rancang bangun kepastakaan yang relevan dengan topik praktikum. Dalam hal ini, praktikum Kultur Jaringan ini berupaya untuk mengintegrasikan antara nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal. Sehingga, pokok kajian yang relevan dengan konteks tersebut ialah Konsep Bioteknologi dan Kultur Jaringan Tumbuhan, Deskripsi Andaliman sebagai Potensi Lokal Sumatera Utara serta konsep Bioteknologi dan Kultur Jaringan Tumbuhan yang ditinjau berdasarkan perspektif Islam. Proses penentuan konten materi tersebut sejalan menurut Mutawakkilah yang menyatakan bahwa konten materi yang disajikan dalam suatu bahan ajar hendaknya menyesuaikan dengan kebutuhan

¹²⁶ Richard E. Mayer. 2009. *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press, h. 93.

¹²⁷ Dr. Mardianto, M.Pd. 2009. *Psikologi Pendidikan*. Medan: Citapustaka Media Perintis, hlm. 85-86.

pemahaman materi siswa yang dapat dirumuskan berdasarkan indikator aktualisasi diri siswa setelah mempelajari materi tersebut.¹²⁸ Dalam hal ini, indikator aktualisasi diri siswa yang diharapkan ialah mampu menerapkan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan, mengenali metode perbanyakan Andaliman sebagai Potensi Lokal Sumatera Utara melalui teknik induksi *in vitro*, dan memahami konsep Kultur Jaringan Tumbuhan dalam perspektif Islam untuk mengasah karakter religiusitas siswa.

Selanjutnya, penentuan rancangan jumlah alat dan bahan praktikum serta menu tools perintah praktikum dilakukan berdasarkan prosedur Kultur Jaringan Tumbuhan yang sebenarnya. Sehingga, siswa mampu memahami konsep nyata praktikum tersebut melalui *Virtual Laboratory* ini. Hal ini sesuai menurut Hakim bahwa *Virtual Laboratory* berperan untuk mengatasi keterbatasan penyediaan fasilitas laboratorium yang sesungguhnya. Sehingga, apapun alat dan bahan yang digunakan harus sesuai dengan konteks praktikum tersebut di laboratorium.¹²⁹ Hal yang sama juga diungkapkan oleh Muhajarah bahwa laboratorium berperan sebagai tempat atau wadah untuk melaksanakan proses sains melalui keterwujudan penelitian ilmiah dan eksperimen. Oleh karenanya, semakin pesatnya perkembangan teknologi dalam dunia pendidikan, seperti penerapan *Virtual Laboratory* harus dapat merepresentasikan prosedur operasional dan menyajikan alat dan bahan teknologis layaknya praktikum yang sebenarnya di laboratorium konvensional. Sehingga, hal tersebut tidak mengurangi ketercapaian kompetensi proses sains siswa.¹³⁰

Pada tahap *Development* dilakukan proses pengembangan rancangan komponen media yang diperlukan berdasarkan *storyboard* yang

¹²⁸ Mutawakkilah, Q., Rudibyani, R. B., & Efkar, T. 2018. Pengaruh Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Kemampuan Metakognisi dan Aktivitas Belajar Siswa Pada Materi Penentuan pH Larutan Asam Basa'. *Jurnal Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Lampung*, 1 (1).

¹²⁹ Hakim, M. F., Maksum, A. H., Saragih, Y., & Hasanah, C. S. 2020. Analysis on The Implementation of Virtual Versus Reality Laboratory. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 5(2), 59-65.

¹³⁰ Muhajarah, K., & Sulthon, M. 2020. Pengembangan Laboratorium *Virtual* sebagai Media Pembelajaran: Peluang dan Tantangan. *Justek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(2), 77-83.

telah ditetapkan. Pengembangan rancangan tersebut terdiri dari pembuatan rancangan animasi alat dan bahan praktikum menggunakan *Adobe Illustrator* dan pembuatan media dengan mengintegrasikan animasi alat dan bahan tersebut menggunakan *Adobe Animate*. *Adobe Illustrator* dipilih sebagai aplikasi rancangan animasi karena menampilkan gambar berkualitas baik manakala gambar tersebut diperbesar. Hal ini sesuai seperti yang diungkapkan oleh Wijaya bahwa *Adobe Illustrator* termasuk salah satu *software* pengolah gambar berbasis vektor. Gambar vektor terbentuk dari sejumlah garis dan kurva, sehingga apabila gambar ini diperbesar maka tidak akan kehilangan detailnya dan kualitas gambar tetap baik.¹³¹ Lebih lanjut lagi, Enterprise juga menambahkan bahwa *Adobe Illustrator* merupakan aplikasi pengolah gambar yang dapat digunakan untuk beberapa keperluan, seperti membuat desain grafis, melukis objek, menata tulisan (tipografi), dan membuat desain *website* dengan tampilan gambar berbentuk vektor, sehingga menghasilkan ketajaman gambar yang realistis.¹³² Pengerjaan rancangan animasi ini terdiri dari dua langkah, yakni pembuatan *background* dan pembuatan isi infografis. Pembuatan isi infografis terdiri dari pengerjaan animasi alat dan bahan praktikum, pengerjaan sejumlah animasi *tools* perintah praktikum, dan pengerjaan tata letak tulisan instruksi praktikum. Hal ini sebagaimana yang dikemukakan oleh Putra bahwa beberapa hal pokok yang harus dikerjakan dalam merancang komponen media infografis seperti pembuatan *Artboard*, *background*, dan sajian isi infografis.¹³³

Selanjutnya, animasi komponen media yang telah dibuat akan diintegrasikan ke dalam *Adobe Animate* agar animasi tersebut dapat dioperasikan seperti praktikum yang sebenarnya. *Adobe Animate* dipilih karena aplikasi multimedia tersebut dapat mengekspresikan animasi dalam

¹³¹ Wijaya, N. 2016. Pelatihan Membuat Desain Logo Vector Menggunakan Adobe Illustrator dan Adobe Flash di SMK Bina Cipta Palembang. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 1(1), 25-29.

¹³² Enterprise, J. 2018. *Otodidak Adobe Illustrator*. Jakarta: Elex Media Komputindo, h. 1.

¹³³ Putra, D. R. 2020. Pelatihan Membuat Infografis Menggunakan Adobe Illustrator untuk Kementerian PUPR. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ilmu Keguruan dan Pendidikan (JPM-IKP)*, 3(2), 54-59.

bentuk sajian operasi fungsional secara lebih intuitif dan ekspresif. Aplikasi multimedia tersebut juga telah dilengkapi dengan berbagai fitur tambahan yang dapat mendukung pengolahan media dengan lebih inovatif dan interaktif. Hal ini sesuai menurut Amalia bahwa *Adobe Animate* sangat cocok digunakan sebagai perangkat multimedia untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis digital karena perangkat tersebut memiliki beberapa keunggulan, seperti membangun inovasi dan situs *web imersif*, membuat aplikasi yang dapat diintegrasikan dalam berbagai *platform*, dan juga pengontrolan kuat untuk animasi dengan lebih intuitif dan ekspresif.¹³⁴ Secara ringkas, langkah-langkah yang diterapkan untuk mengembangkan *Virtual Laboratory* tersebut melalui *Adobe Animate* ialah menyusun animasi yang telah dirancang ke dalam *workplace*. Lalu, melakukan *convert* animasi tersebut menjadi *symbol*. Kemudian, menambahkan *coding* pada setiap animasi tersebut agar dapat difungsikan sesuai dengan prosedur praktikum. Hal serupa juga dipaparkan oleh Rosdiana yang menyatakan bahwa *Adobe Animate* memungkinkan adanya perintah pengerjaan berdasarkan *coding* yang diberikan. Sehingga, pengembang *Virtual Laboratory* dapat menyesuaikan dengan kegiatan yang ingin dikerjakan oleh animasi berdasarkan perintah yang diberikan.¹³⁵

Pada tahapan *Implementation* dilakukan dua proses perlakuan yaitu validasi *Virtual Laboratory* oleh validator ahli dan pengenalan *Virtual Laboratory* tersebut kepada guru Biologi dan siswa. Validasi media terdiri dari tiga orang validator ahli yakni validator ahli materi, validator ahli materi nilai-nilai Islam, dan validator ahli *Virtual Laboratory*. Validator ahli materi berperan dalam memvalidasi konten materi yang terkandung dalam *Virtual Laboratory*, seperti cakupan, akurasi, kemutakhiran, dan fungsi materi secara keseluruhan. Berdasarkan hasil validasi dari validator ahli materi diperoleh

¹³⁴ Amalia, N. R. 2020. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia pada Mata Kuliah Konstruksi Bangunan I. *Jurnal Pensil: Pendidikan Teknik Sipil*, 9(2), 104-110.

¹³⁵ Rosdiana, D., Suherman, A., & Darman, D. R. 2019. Pengembangan Media Pembelajaran *Virtual Physics Laboratory (ViPhyLab)* dalam Praktikum Hukum *Kirchhoff*. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(2), 132-142.

skor akhir validasi sebesar 98,61 % dengan kategori tingkat kelayakan sangat baik. Hal ini sesuai menurut Cholifah yang mengungkapkan tingkat kelayakan materi sangat baik pada *Virtual Laboratory* mengindikasikan bahwa substansi materi dalam *Virtual Laboratory* telah disesuaikan dengan kebutuhan materi siswa dan akurasi materi sangat relevan untuk mendukung penguatan pemahaman siswa terhadap praktikum yang dipelajari. Sehingga *Virtual Laboratory* tersebut sangat layak digunakan dalam pembelajaran.¹³⁶

Selain itu, hasil akhir validasi dari validator ahli materi nilai-nilai Islam diperoleh skor sebesar 90,62 % dengan tingkat kelayakan berkategori sangat baik, sehingga media tersebut dapat diimplementasikan dalam pembelajaran. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Rizkiah bahwa kategori tingkat kelayakan sangat baik pada integrasi materi dengan nilai-nilai keislaman mengindikasikan bahwa konten tersebut telah mengandung unsur penekanan dan korelasi materi dengan ayat Al-Qur'an dengan baik, sehingga dapat menginternalisasikan nilai-nilai moral kepada siswa.¹³⁷ Pratiwi juga menegaskan bahwa nilai-nilai Islam yang diintegrasikan dalam media pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman siswa terkait dengan hubungan konsep atau materi dengan ayat Al-Qur'an, sehingga dapat membentuk kepribadian yang baik dan berakhlak mulia sesuai dengan tuntunan Al-Qur'an.¹³⁸

Validasi *Virtual Laboratory* oleh validator Ahli *Virtual Laboratory* diperoleh skor sebesar 93,96 % dengan kriteria sangat baik, sehingga media tersebut dapat diimplementasikan dalam pembelajaran. Namun, terdapat saran dari validator agar menambahkan tombol fungsi penggunaan pada *layout* informasi dan menambahkan keterangan perbedaan warna pada masing-

¹³⁶ Cholifah, S. N., Rahayu, W., & Meiliasari, M. 2021. Pengembangan Aplikasi Berbasis Android Menggunakan *Adobe Animate CC* dengan Pendekatan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) sebagai Media Pembelajaran pada Materi Bentuk Aljabar untuk Siswa SMP Kelas VII. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 5(1), 64-73.

¹³⁷ Rizkiah, A. W., Nasir, N., & Komarudin, K. 2018. LKPD *Discussion Activity* Terintegrasi Keislaman dengan Pendekatan *Pictorial Riddle* pada Materi Pecahan. *Desimal: Jurnal Matematika*, 1(1), 39-47.

¹³⁸ Pratiwi, D. D. 2019. Pengembangan Bahan Ajar Aljabar Linier Berbasis Nilai-nilai Keislaman dengan Pendekatan Saintifik. *Desimal: Jurnal Matematika*, 2(2), 155-163.

masing larutan yang digunakan dalam sterilisasi eksplan. Hal ini dimaksudkan agar tampilan dan penyajian *Virtual Laboratory* menjadi lebih menarik. Saran tersebut telah peneliti lakukan agar media yang dikembangkan menjadi lebih baik. Tarmizi menerangkan bahwa suatu media pembelajaran berbasis multimedia dengan perolehan kriteria sangat baik oleh validator Ahli Media mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan tersebut telah mumpuni untuk diaplikasikan pada siswa. Namun, setiap masukan yang diberikan perlu untuk ditindaklanjuti demi meningkatkan kualitas media tersebut.¹³⁹ Syafaruddin juga menambahkan bahwa input media berupa saran dan rekomendasi dapat mempengaruhi kualitas pelayanan pendidikan. Hal ini disebabkan, mutu pendidikan lebih terfokus pada mutu pembelajaran termasuk perangkat yang dijadikan media dalam pembelajaran.¹⁴⁰ Oleh sebab itu, setiap saran dan masukan yang diberikan oleh validator penting untuk dicermati.

Hasil validasi *Virtual Laboratory* dari validator ahli praktisi lapangan (guru Biologi) menunjukkan perolehan skor sebesar 93,75 % dengan tingkat kelayakan sangat baik. Berdasarkan hasil validasi tersebut dapat dipahami bahwa media termasuk kategori dapat diimplementasikan dalam pembelajaran. Hal ini sejalan menurut Permana yang menyatakan bahwa hasil penilaian validasi oleh praktisi lapangan *Virtual Laboratory* dalam kategori sangat baik mengindikasikan bahwa media tersebut telah memenuhi unsur persyaratan, diantaranya penyajian materi dan fungsi keseluruhan *Virtual Laboratory* dapat memberikan persiapan praktikum siswa, adanya kecenderungan untuk menanamkan nilai-nilai positif dalam pembelajaran, dan membantu siswa untuk meningkatkan keterampilan proses sains yang ditandai dengan adanya pengembangan keterampilan melakukan percobaan analitis untuk meningkatkan kemampuan memberikan interpretasi

¹³⁹ Tarmizi, A. K., Hasbiyati, H., & Hakim, M. 2020. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Virtual Reality* pada Mata Kuliah Anatomi dan fisiologi Manusia pada Mahasiswa Semester VI Pendidikan Biologi. *Jurnal Bioshell*, 9(2), 37-40.

¹⁴⁰ Prof. Dr. Syafaruddin, M.Pd. 2015. *Kepemimpinan Pendidikan Kontemporer*. Bandung: Citapustaka Media, h. 119.

percobaan, sehingga dapat mendukung kegiatan praktikum.¹⁴¹ Selain itu, Pratama juga menambahkan bahwa media pembelajaran dengan kelayakan sangat baik dan dipadukan dengan strategi pembelajaran yang sesuai dapat meningkatkan efektivitas ketercapaian keterampilan abad ke-21, seperti literasi era digital, berpikir *inventive*, produktivitas, informasi, dan komunikasi. Hal ini disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang saling mendukung untuk lebih mengeksplorasi dan mengelaborasi kompetensi peserta didik.¹⁴²

Sementara itu, hasil respon siswa terhadap *Virtual Laboratory* menunjukkan perolehan skor sebesar 63,88 % dengan interpretasi kriteria respon baik. Hal ini menunjukkan bahwa media tersebut dapat memfasilitasi siswa untuk mempelajari praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal secara menarik, informatif, visual, dan interaktif. Hal ini seperti yang dipaparkan oleh Syaifulloh bahwa respon positif siswa terhadap pengembangan *Virtual Laboratory* mengindikasikan bahwa media tersebut dikembangkan secara efisien untuk memudahkan pemahaman siswa mempelajari suatu topik praktikum. Hal ini berimplikasi positif terhadap peningkatan fokus serta pemahaman konseptual dan kontekstual siswa melalui kegiatan pembelajaran yang positif.¹⁴³ Selain itu, Ulfa juga menambahkan bahwa penggunaan media pembelajaran yang dapat dioperasikan secara mandiri oleh siswa mengindikasikan bahwa media tersebut dapat mengasah proses dan sikap ilmiah siswa melalui pendekatan konstruktivisme. Hal ini dikarenakan, media tersebut berorientasikan pada

¹⁴¹ Permana, N. A., Widiyatmoko, A., & Taufiq, M. 2016. Pengaruh *Virtual Laboratory* Berbasis *Flash Animation* terhadap Pemahaman Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Tema Optik Kelas VIII SMP. *Unnes Science Education Journal*, 5(3).

¹⁴² Anggi Tias Pratama. 2018. Peningkatan Hasil Belajar Kognitif Menggunakan Strategi Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) pada Pembelajaran Biologi di Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Biolokus*. 1(2), 71-76.

¹⁴³ Syaifulloh, R. B. 2014. Penerapan Pembelajaran dengan Model *Guided Discovery* dengan *Lab Virtual PhET* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas XI di SMAN 1 Tuban pada Pokok Bahasan Teori Kinetik Gas. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 3(2).

pembangunan pengetahuan secara independen, sehingga siswa dilatih untuk mengkaji suatu materi dengan rasa ingin tahu (*curious*) dan berpikir kritis.¹⁴⁴

Pada tahap *Evaluation* dilakukan evaluasi terhadap *Virtual Laboratory* yang dikembangkan dengan pendekatan evaluasi formatif. Menurut Rayanto evaluasi formatif diterapkan dengan mengumpulkan data pada tahapan untuk penyempurnaan.¹⁴⁵ Berdasarkan definisi tersebut evaluasi yang dilakukan pada tahap ini berdasarkan data hasil validasi dari seluruh validator dan hasil respon siswa. Tingkat kevalidan dari seluruh validator diperoleh dengan mencari rerata persentase kevalidan dengan hasil yang didapat sebesar 94,23 % dengan kriteria penilaian sangat baik. Sementara itu, hasil respon siswa mencapai 63,88 % dengan kriteria penilaian baik. Berdasarkan penilaian tersebut mengindikasikan bahwa *Virtual Laboratory* yang dikembangkan telah layak untuk diimplementasikan pada pembelajaran, khususnya pada kegiatan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan. Hal yang sama juga dipaparkan oleh Elisa yang menyatakan bahwa hasil akhir penilaian *Virtual Laboratory* dalam kategori sangat baik mengindikasikan bahwa media tersebut sangat layak untuk diuji coba dalam pembelajaran untuk memenuhi kebutuhan media pembelajaran di sekolah.¹⁴⁶ Hal yang sama juga diungkapkan oleh Kurniawan bahwa *Virtual Laboratory* dengan tingkat kevalidan sangat layak dapat digunakan dan dipraktikkan pada siswa untuk memberikan implikasi positif terhadap kegiatan pembelajaran siswa.¹⁴⁷ Selain itu, media juga berfungsi untuk meningkatkan efikasi diri siswa dalam menghadapi pembelajaran. Hal ini sebagaimana yang dipaparkan oleh Daulay bahwa efikasi diri merupakan keyakinan mengenai kemampuan seseorang untuk melakukan sesuatu dan hasil tertentu. Efikasi diri siswa dalam

¹⁴⁴ Syarifah Widya Ulfa. 2018. Mentradisikan Sikap Ilmiah dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Biolokus*. 1(1), 1-10.

¹⁴⁵ Yudi Hari Rayanto. *Op. cit.*, h. 38.

¹⁴⁶ Elisa, E., Wiratmaja, I. G., Nugraha, I. N. P., & Dantes, K. R. 2020. Pengembangan Laboratorium Virtual Kimia Teknik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Proses Sains Mahasiswa. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 12(2), 55-61.

¹⁴⁷ Kurniawan, R., Kurniasari, F., & Rakhmawati, R. 2021. Pengembangan Animasi Virtual Karakter Anak dengan Autisme dengan Model ADDIE. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 10(1), 32-40.

pembelajaran dipengaruhi oleh keyakinan, dukungan kemampuan, dan motivasi yang dikombinasikan dengan faktor eksternal pembelajaran, seperti lingkungan belajar, strategi dan metode pembelajaran serta media yang dijadikan alat dalam pembelajaran.¹⁴⁸

Perbedaan kriteria penilaian antara validator ahli dengan hasil respon siswa disebabkan oleh perbedaan cara pandang siswa terhadap *Virtual Laboratory* yang dikembangkan. Hal ini sesuai menurut Triningtyas yang menyatakan bahwa perbedaan cara pandang dan wawasan seseorang dapat mempengaruhi penilaiannya terhadap suatu objek.¹⁴⁹ Sementara itu, hasil validasi *Virtual Laboratory* diperoleh berdasarkan penilaian objektif dari tiap-tiap validator yang diukur berdasarkan indikator penilaian yang telah ditetapkan. Hal yang sama juga dipertegas oleh Hadi bahwa perbedaan cara pandang sangat dipengaruhi oleh pola pikir seseorang dalam menyikapi sesuatu, faktor genetik, latar belakang individu, dan tingkat emosional.¹⁵⁰ Dengan demikian, hal tersebut akan menimbulkan variasi respon siswa terhadap *Virtual Laboratory* yang dikembangkan.

Selain itu, Daulay menambahkan bahwa media interaktif yang mendapatkan apresiasi positif oleh siswa dapat mendukung perkembangan kognitif siswa secara lebih optimal. Hal ini dikarenakan, media yang diperkenalkan telah mendapat sambutan positif, sehingga tergolong ke dalam salah satu faktor eksternal, khususnya strategi pendekatan belajar (*approach to learning*) yang turut mempengaruhi ketercapaian tujuan pembelajaran melalui sinergitas pengalaman belajar siswa.¹⁵¹ Hal yang sama juga dipaparkan oleh Surya bahwa media pembelajaran berbasis multimedia menjadi media mutakhir yang dapat diaplikasikan melalui rancangan yang sesuai dengan kebutuhan belajar siswa untuk mendukung pembelajaran sains.

¹⁴⁸ Dr. Nurussakinah Daulay, M.Psi Psikolog. 2015. *Psikologi Kecerdasan Anak*. Medan: Perdana Publishing, h. 50-53.

¹⁴⁹ Triningtyas, D. A. 2016. Studi Kasus tentang Rasa Percaya Diri, Faktor Penyebabnya dan Upaya Memperbaiki dengan Menggunakan Konseling Individual. *Counsellia: Jurnal Bimbingan dan Konseling*, 3(1).

¹⁵⁰ Imam Anas Hadi. 2017. Pentingnya Pengenalan tentang Perbedaan Individu Anak dalam Efektivitas Pendidikan. *Jurnal Inspirasi*, 1(1), 71-92.

¹⁵¹ Dr. Nurussakinah Daulay, M.Psi Psikolog. *op. cit.*, hlm. 96.

Hal ini dikarenakan, media tersebut berperan sebagai sarana dan fasilitas pembelajaran teraktual yang berorientasi pada pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered approach*), sehingga dengan mudah siswa dilatih untuk memupuk kemampuan berpikir berlandaskan proses ilmiah, sikap, dan teknologi.¹⁵² Sementara itu, Ritonga juga menekankan bahwa media pembelajaran berbasis keterampilan sains hendaknya dapat mengasosiasikan kemampuan penalaran secara konseptual dengan pengalaman belajar yang diperoleh peserta didik. Sehingga, siswa tidak hanya mengerti tentang konsep yang dipelajari, namun juga memahami esensi penerapan konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Pemahaman konsep tersebut dapat mengacu pada kemampuan dalam menguasai secara prosedural dan etika proses sains.¹⁵³ Konsep tersebut berkaitan erat dengan *Virtual Laboratory* yang dikembangkan sebagai media pembelajaran berbasis multimedia yang memberi kesempatan kepada siswa untuk belajar secara integratif antara pemahaman secara konseptual, prinsip ilmiah, dan prosedural mengenai perbanyakan tumbuhan dengan teknik Kultur Jaringan Tumbuhan terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal.

¹⁵² Rahmat Surya. 2020. Pengaruh Model *Discovery Learning* Berbantuan Multimedia Terhadap Keterampilan Proses Sains, Berpikir Tingkat Tinggi Dan Keterampilan Bertanya pada Materi Sistem Pernapasan di Sma Negeri 5 Langsa. *Jurnal Biolokus*. 3(1), 234-244.

¹⁵³ Nurhakima Ritonga, Halimah Sakdiah Boru Gultom, dan Rahmi Nazliah. 2020. Peningkatan Hasil Belajar IPA Melalui Pendekatan Keterampilan Proses. *Jurnal Biolokus*. 3(1), 293-297.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pengembangan *Virtual Laboratory* Kultur Jaringan Tumbuhan Terintegrasikan Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal di SMA Negeri 11 Medan dilakukan dengan menggunakan pendekatan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Pada tahap *Analysis*, dilakukan analisis dan identifikasi kebutuhan media pembelajaran tersebut. Pada tahap ini diperoleh bahwa sekolah tersebut mengalami hambatan dalam melakukan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan dikarenakan pembelajaran daring dan tidak tersedianya laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, kurangnya media interaktif untuk mempelajari praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan, dan kurangnya penguatan nilai-nilai Islam dan konsep Potensi Lokal untuk mempelajari materi Kultur Jaringan Tumbuhan.

Pada tahap *Design* dilakukan rancangan pembuatan media berdasarkan analisis potensi masalah yang telah ditetapkan. Pada tahap ini dilakukan perancangan *storyboard* media, animasi alat, bahan, dan prosedur praktikum serta konten materi yang akan disajikan. Selanjutnya, pada tahap *Development* dilakukan integrasikan seluruh konten, animasi dan pembuatan *Virtual Laboratory* menggunakan *Adobe Animate*. Pada tahap *Implementation* dilakukan validasi media *Virtual Laboratory* oleh validator Ahli Materi, validator Ahli Materi Nilai-nilai Islam, dan validator ahli *Virtual Laboratory* dengan perolehan persentase kevalidan berturut-berturut sebesar 98,61 %, 90,62 %, dan 93,96 % dengan kriteria penilaian sangat baik. Kemudian, media tersebut dikenalkan kepada validator Ahli Praktisi Lapangan (Guru Biologi) dengan perolehan persentase kevalidan sebesar 93,75 % dengan kriteria penilaian sangat baik. Selain itu, media tersebut juga diperkenalkan

kepada siswa untuk mengetahui respon siswa terhadap media tersebut dengan perolehan persentase respon siswa sebesar 63,88 % dengan kriteria penilaian baik. Pada tahap *Evaluation* dilakukan evaluasi formatif berdasarkan pengumpulan data rerata hasil validasi seluruh validator dan respon siswa. Rerata hasil validasi menunjukkan perolehan penilaian sebesar 94,23 % dengan kriteria sangat baik dan persentase respon siswa sebesar 63,88 % dengan kriteria baik. Berdasarkan hal tersebut *Virtual Laboratory* yang dikembangkan dapat diimplementasikan dalam pembelajaran.

B. Saran

Penelitian ini dilakukan hanya sebatas mengembangkan, memvalidasi, dan mengetahui respon siswa terhadap Pengembangan *Virtual Laboratory* Kultur Jaringan Tumbuhan Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal. Untuk itu, direkomendasikan bagi peneliti lain untuk melakukan uji efektivitas media tersebut melalui pembelajaran secara langsung untuk mengetahui efektivitas ketercapaian tujuan pembelajaran menggunakan media tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, W. C., Suratno & Mochammad I. (2016). Pengembangan *Virtual Laboratory* Sistem Ekskresi dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*. 4(4), 130-136.
- Adi, S. S. (2016). Penerapan *Student Teams Achievement Divisions* pada Materi Ajar Formula dan Fungsi *Microsoft Excel*. *Didaktikum*, 17(1).
- Aimuharomah, F. A., Tantri M. & Erawan K. (2018). Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Terintegrasi Kearifan Lokal. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika Universitas PGRI Madiun*.
- Alfiriani, A., Ellbert H. & Ade P. (2017). *Analisis Kebutuhan Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Strategi Pembelajaran TI*. Malang: Prosiding Seminar Pendidikan IPA Pasca Sarjana UM.
- Ali, N. (2019). Urgensi Bioetika dalam Perkembangan Biologi Modern menurut Perspektif Islam. *Jurnal Binomial*. Vol. 2(1); 64-85.
- Amalia, N. R. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia pada Mata Kuliah Konstruksi Bangunan I. *Jurnal Pensil: Pendidikan Teknik Sipil*, 9(2), 104-110.
- Ambaryani, Gamaliel S. & Erlanda. (2017). Pengembangan Media Komik untuk Efektivitas dan Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Materi Perubahan Lingkungan Fisik. *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi*, 3(1), 19-28.
- Anggraeni, R. (2019). Uji Karakteristik Simplisia Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). *Jurnal Ilmiah Farmasi Imelda*. Vol. 3(2); 34-40.
- Annisha, D., Ibrohim & Fatchur R. (2020). Handout Biologi Berbasis Potensi Lokal Pantai Ujong Blang untuk Siswa SMK Perairan dan Kelautan. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(5), 693-699.
- Anitasari, S. D., dkk. (2018). *Dasar Teknik Kultur Jaringan Tanaman*. Yogyakarta: Deepublish.
- Annisha, D., Ibrohim & Fatchur R. (2020). Handout Biologi Berbasis Potensi Lokal Pantai Ujong Blang untuk Siswa SMK Perairan dan Kelautan. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(5), 693-699.

- Asbur, Y. & Khairunnisyah. (2018). Pemanfatan Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) sebagai Tanaman Penghasil Minyak Atsiri. *Jurnal Kultivasi*. Vol. 17(1); 537-543.
- Asy-Syuyuthi, J. & Ibn A. Al-Mahalliy, J., M. (2009). *Tafsir Jalalain*. Tasikmala: Pustaka Al-Hidayah.
- Bakhtiar, D. (2016). Bahan Ajar Berbasis Kearifan Lokal Terintegrasi STM (Sains, Teknologi, dan Masyarakat) pada Mata Pelajaran Fisika. *Seminar Nasional Pendidikan*, 1, 650-660.
- Batubara, M. S., Emita S., & Masitta T. (2019). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* Dc.) terhadap Histologis Ovarium Mencit (*Mus Musculus* L.). *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, dan Kesehatan*. Vol. 6(2); 196-209.
- Bhojwani, S. S. dan Prem Kumar Dantu. 2013. *Plant Tissue Culture: An Introductory Text*. New York: Springer.
- Blyznyuk, T. (2018). Formation of Teachers Digital Competence: Domestic Challenges and Foreign Experience. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*. 5(1), 42.
- Ceha, R., dkk. (2016). Peningkatan Kemampuan Guru dalam Pemanfaatan Teknologi Informasi pada Kegiatan Pembelajaran. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 131-138.
- Chairani, Adeng S., & Ketang W. (2019). Pengembangan *Virtual Laboratory* Sistem Sirkulasi pada Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan*. Vol. 9(1), 29-42.
- Cholifah, S. N., Rahayu, W., & Meiliasari, M. (2021). Pengembangan Aplikasi Berbasis Android Menggunakan *Adobe Animate CC* dengan Pendekatan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) sebagai Media Pembelajaran pada Materi Bentuk Aljabar untuk Siswa SMP Kelas VII. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 5(1), 64-73.
- Chomaidi dan Salamah. (2018). *Pendidikan dan Pengajaran: Strategi Pembelajaran Sekolah*. Jakarta: PT. Grasindo.

- Darmayanti, N. W. S. I K., Wisnu B. W. & Haifaturrahmah (2020). *Buku Panduan Praktikum IPA Terpadu Berpendekatan Literasi Sainifik dengan Berorientasi pada Lingkungan Sekitar*. Bali: Nilacakra.
- Daulay, N. (2015). *Psikologi Kecerdasan Anak*. Medan: Perdana Publishing
- . (2019). *Psikologi Pendidikan dan Permasalahan Umum Peserta Didik*. Medan: Perdana Publishing.
- Depertemen Pendidikan Nasional. (2003). *Undang–Undang Republik Indonesia No.20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta : Depdiknas.
- Dodds, J. H. dan Lorin W. Roberts. 1985. *Percobaan Kultur Jaringan Tanaman Edisi Kedua*. New York: Cambridge University Press.
- Dwiningsih, K. Sukarmin, M. Muchlis & Pipit T. R. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Menggunakan Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran di Era Global. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 6(2), 156-162.
- Elisa, E., Wiratmaja, I. G., Nugraha, I. N. P., & Dantes, K. R. (2020). Pengembangan Laboratorium Virtual Kimia Teknik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Proses Sains Mahasiswa. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 12(2), 55-61.
- Enterprise, J. (2017). *Trik Cepat Menguasai Adobe Animate*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Fahmi, Z. (2013). Indikator pembelajaran aktif dalam konteks Pengimplementasian pendekatan pembelajaran aktif, kreatif, Efektif, dan menyenangkan (PAKEM). *Al-Ta lim Journal*, 20(1), 278-284.
- Fergusson, M. & Chris G. (2017). *How to Cheat in Adobe Animate CC*. USA: CRC Press.
- Fitrah, M. & Luthfiah. (2017). *Metodologi Penelitian*. Sukabumi: CV. Jejak.
- Fitri, H. R. (2020). Validitas dan Praktikalitas Bahan Ajar Fisika Materi Kalor dan Teori Kinetik Gas Mengintegrasikan Literasi Baru dan Literasi Bencana untuk Kelas XI SMA. *Pillar of Physics Education*, 13(1).

- Fuadati, M. & Insih W. (2019). Web-Lembar Kerja Peserta Didik IPA Terintegrasi Potensi Lokal Pabrik Gula untuk Meningkatkan Rasa Ingin Tahu Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 98-108.
- Hadi, I. A. (2017). Pentingnya Pengenalan tentang Perbedaan Individu Anak dalam Efektivitas Pendidikan. *Jurnal Inspirasi*, 1(1), 71-92.
- Hakim, M. F., Maksum, A. H., Saragih, Y., & Hasanah, C. S. (2020). Analysis on The Implementation of Virtual Versus Reality Laboratory. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 5(2), 59-65.
- Halim, A. A., et all. (2015). *Ensiklopedia Sains Islami*. Tangerang: PT. Kamil Pustaka
- Halimatussa'diyah. (2020). *Nilai-nilai Pendidikan Agama Islam Multikultural*. Surabaya: CV. Jakad Media Publishing.
- Hamid, M. A., dkk. (2020). *Media Pembelajaran*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Handayanto, E., Nurul M. dan Amarullah F. 2017. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Harahap, A. U. & Rikardo S. (2019). *Mengenal Potensi Merica Batak Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium)*. Medan: Puspantara.
- Harahap, F., dkk. (2019). *Kultur Jaringan Nanas*. Surabaya: Media Sahabat Cendekia.
- Hartini, Erlia N. & Mochammad I. (2019). Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Topik Kultur Jaringan Tumbuhan untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Veteran*. 3(1), 1-16.
- Hasse, C. (2017). Technological literacy for teachers. *Oxford Review of Education*, 43(3), 365-378.
- Ihsani, N., Agil A. I. & Jamaludin. (2020). Perangkat Pembelajaran Biologi Berbasis Masalah Terintegrasi Nilai-nilai Islami untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Peserta Didik. *Jurnal Pijar MIPA*. Vol. 15(2); 103-109.
- Jaya, I. (2013). *Penerapan Statistik untuk Pendidikan*. Bandung: Citapustaka Media Perintis.

- Jumala, N. & Abubakar. (2019). Internalisasi Nilai-nilai Spiritual Islami dalam Kegiatan Pendidikan. *Jurnal Serambi Ilmu*, Vol. 20(1), 160-172.
- Kalangi, A. S., Lopian, J., & Rotinsulu, J. J. (2016). Pengaruh Layout Pengelolaan Sarana Prasarana terhadap Objek Wisata Gunung Mahawu di Kota Tomohon. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 4(3).
- Kamus Besar Bahasa Indonesia, tersedia online pada <https://www.kamusbesar.com/kearifan-lokal>
- Karim, A. (2017). Analisis Pendekatan Pembelajaran CTL (*Contextual Teaching And Learning*) Di SMPN 2 Teluk Jambe Timur, Karawang. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 7(2).
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). *Pedoman Kegiatan Pendampingan Implementasi Kurikulum 2013 bagi Pengawas Sekolah, Kepala Sekolah, dan Guru Inti*. Jakarta: Pusbang Tendik Kemdikbud.
- Khaerunnisa, E. & Aan S.P. (2018). Pengembangan Instrumen Kecakapan Matematis dalam Konteks Kearifan Lokal Budaya Banten pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Matematika Kreatif Inovatif*, 9(1), 17-27.
- Khairani, M., Sutisna, & Slamet S. (2019). Studi Meta-Analisis Pengaruh Video Pembelajaran terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Biolokus*. 2(1), 158-166.
- Kolil, V. K., Muthupalani, S., & Achuthan, K. (2020). Virtual experimental platforms in chemistry laboratory education and its impact on experimental self-efficacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1-22.
- Kurniawan, R., Kurniasari, F., & Rakhmawati, R. (2021). Pengembangan Animasi Virtual Karakter Anak dengan Autisme dengan Model ADDIE. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 10(1), 32-40.
- Kustandi, C. & Daddy D. (2020). *Pengembangan Media Pembelajaran: Konsep & Aplikasi Pengembangan Media Pembelajaran bagi Pendidik di Sekolah dan Masyarakat*. Jakarta: Kencana.

- Laksana, D. N. L., Putu A. W. & Irama N. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Tematik SD Kelas IV Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat Ngada. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 3(1), 1-10.
- Mahendra, A. I. (2020). Pengembangan Media *Virtual Laboratory* Berbasis Action Script 1.0 & 2.0 Adobe Flash CS6 pada Materi Redoks di MAN 1 Banda Aceh. *Skripsi*.
- Mardianto. (2009). *Psikologi Pendidikan*. Medan: Citapustaka Media Perintis.
- Mariam, N. (2019). The Development of an ADDIE Based Instructional Model for ELT in Early Childhood Education. *International Journal of Educational Technology*. Vol. 20(1); 25-55.
- Marx, J. L. (2017). *Bioteknologi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Mastuti, R. (2017). *Dasar-dasar Kultur Jaringan Tumbuhan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Maulana, Y. (2018). *Jenius Membuat Mobile Edukasi Android: Solusi Cepat Belajar Membuat Aplikasi Multimedia Android*. Jakarta: CV. Mobidu Sinergi.
- Mayer, R. E.. (2009). *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Muhajarah, K., & Sulthon, M. (2020). Pengembangan Laboratorium *Virtual* sebagai Media Pembelajaran: Peluang dan Tantangan. *Justek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(2), 77-83.
- Mumpuni, K. E. (2013). Potensi Pendidikan Keunggulan Lokal Berbasis Karakter dalam Pembelajaran Biologi di Indonesia. *Prosiding Seminar Biologi*, Vol. 10 (2), 1-7.
- Munawwaroh, M. & Heny S. (2019). Pengembangan Komik Matematika BTVH untuk Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Teladan Unirow*. Vol. 4(2); 127-134.
- Mutawakkilah, Q., Rudibyani, R. B., & Efkar, T. 2018. Pengaruh Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Kemampuan Metakognisi dan Aktivitas Belajar Siswa Pada Materi Penentuan pH Larutan Asam Basa'. *Jurnal Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Lampung*, 1(1).

- Muzafri, A. (2019). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) pada *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Sungkai*. Vol. 7(1); 122-126.
- Myori, D. E., dkk. (2019). Peningkatan Kompetensi Guru dalam Penguasaan Teknologi Informasi dan Komunikasi melalui Pelatihan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*, 5(2), 102-109.
- Nasution, H. B. (2016). *Metodologi Studi Pemikiran Islam*. Medan: Perdana Publishing.
- Nasution, S. H. (2018). Pentingnya Literasi Teknologi Bagi Mahasiswa Calon Guru Matematika. *Jurnal Kajian Pembelajaran Matematika*, 2(1), 14-18.
- Nofrida, R., Warsiki, E., & TIP, I. Y. (2013). Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Perubahan Warna Label Cerdas Indikator Warna dari Daun Erpa (*Aerva sanguinolenta*). *Journal of Agroindustrial Technology*, 23(3).
- Nurafni, A., Heni P. & Anwar M. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Trigonometri Berbasis Kearifan Lokal. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 4(1), 71-80.
- Nurhidayati, S. & Khaeruman. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Bioteknologi Berbasis Potensi Lokal. *Jurnal Pendidikan Mandala*, 2(2), 87-91.
- Nurjannah, F., Retno T. & M. K. N. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Tematik Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Sains untuk Meningkatkan Karakter Religius Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 3(2), 178-181.
- Nurlaeni, Y. & Decky I. J. (2018). Studi Ekologi Habitat, Teknik Perbanyakan dan Pengoleksian dalam Rangka Konservasi *Ex-Situ* Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium Dc.*). *Jurnal Bioma*. Vol. 14(2); 79-88.
- Permana, N. A., Widiyatmoko, A., & Taufiq, M. (2016). Pengaruh *Virtual Laboratory* Berbasis *Flash Animation* terhadap Pemahaman Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Tema Optik Kelas VIII SMP. *Unnes Science Education Journal*, 5(3).

- Pertiwi, L. D., Berti Y & Rini R. T. M. (2017). Analisis Praktikum dan Permasalahannya Materi Organisasi Kehidupan kelas VII se-Kecamatan Sukarame. *Jurnal Bioterdidik*. 1(2), 1-15.
- Poerwanti, E. (2013). Sistem Indikator Nilai-nilai Moral Universal sebagai Evaluasi Reflektif Pendidikan Karakter di TK. *Jurnal Prima Edukasia*, 1(1), 30-42.
- Prasetyo, N. A. & Pertiwi P. (2017). Pengembangan Buku Ajar Berbasis Lingkungan Hidup pada Mata Kuliah Biologi di Universitas Tribhuwana Tungadewi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(1), 19-27.
- Pratama, A. T. P. (2018). Peningkatan Hasil Belajar Kognitif Menggunakan Strategi Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) pada Pembelajaran Biologi di Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Biolokus*. 1(2), 71-76.
- Pratiwi, D. D. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Aljabar Linier Berbasis Nilai-nilai Keislaman dengan Pendekatan Saintifik. *Desimal: Jurnal Matematika*, 2(2), 155-163.
- Prayogi, R. D. & Rio E. (2019). Kecakapan Abad 21: Kompetensi Digital Pendidik Masa Depan. *Jurnal Manajemen Pendidikan*. 14 (2), 144-151.
- Putra, D. R. (2020). Pelatihan Membuat Infografis Menggunakan Adobe Illustrator untuk Kementrian PUPR. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ilmu Keguruan dan Pendidikan (JPM-IKP)*, 3(2), 54-59.
- Puspita, L. (2019). Pengembangan Modul Berbasis Keterampilan Proses Sains sebagai Bahan Ajar dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 79-88.
- Ramadanti, E. C. (2020). Integrasi Nilai-nilai Islam dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Tawadhu*, 4(1), 1053-1062.
- Raharja, S., Wibhawa, M. R., & Lukas, S. (2018). Mengukur Rasa Ingin Tahu Siswa (*Measuring Students'curiosity*). *Polyglot: Jurnal Ilmiah*, 14(2), 151-164.
- Rahmawati, A. & Swaditya R. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Nilai-nilai Islam pada Materi Aritmetika Sosial. *Jurnal Aksioma*, 6(1), 81-88.

- Rayanto, Y. H. & Sugianti. (2020). *Penelitian Pengembangan Model ADDIE dan R2D2*. Pasuruan: Academic & Research Institute.
- Rasyidin, A. (2019). *Pendidikan Islami: Filosofi dan Aplikasi*. Medan: Perdana Publishing.
- Retnowati, E., dkk. (2018). *Character Education for 21st Century Global Citizens*. Yogyakarta: Routledge.
- Ricardo & Rini I. M. (2017). Impak Minat dan Motivasi Belajar terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 2(2), 188-201.
- Ritonga, N., Halimah S. G., dan Rahmi N. (2020). Peningkatan Hasil Belajar IPA Melalui Pendekatan Keterampilan Proses. *Jurnal Biolokus*. 3(1), 293-297.
- Rizkiah, A. W., Nasir, N., & Komarudin, K. (2018). LKPD *Discussion Activity* Terintegrasi Keislaman dengan Pendekatan *Pictorial Riddle* pada Materi Pecahan. *Desimal: Jurnal Matematika*, 1(1), 39-47.
- Rohani. (2019). *Media Pembelajaran*. Medan: FITK Press.
- Rokhim, D. A., Muhammad R. A. & Hayuni R. W. (2020). Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pintar. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*. 3(2), 213-226.
- Rosdiana, D., Suherman, A., & Darman, D. R. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran *Virtual Physics Laboratory (ViPhyLab)* dalam Praktikum Hukum *Kirchhoff*. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(2), 132-142.
- Rosyidi dan Abdul W. (2017). *Media Pembelajaran Bahasa Arab*. Malang: UIN Maliki Malang.
- Ruchiat, A. K. N. & Oris K. S. (2019). Perancangan Aplikasi Kegiatan Praktikum Online Menggunakan Sistem *Indexing Algolia Driver*. *Jurnal Manajemen Informatika Komputer*. 4(1), 137-141.
- Salim, A. M. (1992). *Fiqih Siyasah Konsepsi Kekuasaan Politik dalam al-Qur'an*, Cet. II. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Sandimula, N. S. (2019). Konsep Epistemologi Akal dalam Perspektif Islam. *Jurnal IAIN Manado*. Vol. 23(1); 19-25.

- Sandra, E. (2013). *Cara Mudah Memahami dan Menguasai Kultur Jaringan*. Bogor: IPB Press
- Saptomo, A. (2010). *Hukum dan Kearifan Lokal*. Jakarta: Grasindo.
- Selviani, S. & Welly A. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Makalah Fisika sebagai Suplemen Pembelajaran Terintegrasi Nilai Keislaman. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 79-87.
- Setiawan, D. C. dan As'ad Syamsul Arifini. 2017. *Proses Regenerasi dan Pigmentasi*. Malang: Gunung Samudera.
- Silalahi, M. (2018). Studi Etnobotani Tumbuhan Pangan yang Tidak Dibudidayakan oleh Masyarakat Lokal Sub-Etnis Batak Toba, di Desa Peadungdung, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, Vol. 8(2), 241-250.
- Simamora, P. R., & Zega, S. A. (2019). Perancangan 3D Modeling Kapal dan VFX Water Simulation dalam Animasi 3D Berjudul "Blue & Flash". *Journal of Applied Multimedia and Networking*, 3(2), 53-57.
- Siregar, S. F. (2019). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Kelas VII-2 melalui Pendekatan Pembelajaran Cara Belajar Siswa Aktif di SMP Negeri 29 Medan. *Jurnal Biolokus*, Vol. 2(2); 217-221.
- Sitanggang, F. M. C., Agus S. D. & I D. P. K. P. (2019). Daya Hambat Ekstrak Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) dalam Etil Asetat terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. Vol. 8(3); 257-266.
- Situmorang, R. P. (2016). Analisis Potensi Lokal untuk Mengembangkan Bahan Ajar Biologi di SMA Negeri 2 Wonosari. *Jurnal Pendidikan Sains*, 4(1), 51-57.
- Siyoto, S. & M. Ali S. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing.
- Sjarkawi. (2008). *Pembentukan Kepribadian Anak*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Sobir dan Muhamad Syukur. (2015). *Genetika Tanaman*. Bogor: IPB Press.

- Solihin, S., Maya, R., & Priyatna, M. (2020). Peran Guru Pendidikan Agama Islam dan Budi Pekerti dalam Meningkatkan Karakter Religius Siswa melalui Program Salat Berjamaah dan Salat Duha Siswa Kelas VIII di SMPN 9 Bogor Tahun Ajaran 2019/2020. *Prosa PAI: Prosiding Al Hidayah Pendidikan Agama Islam*, 3(01), 110-123.
- Stephen P. Robbins dan Timothy A. Judge. (2008). *Perilaku Organisasi*. Jakarta: Salemba.
- Sudartini, T., & Diantini, D. (2020). Pengaruh Sungkup dan Jenis Media Tanam terhadap Pertumbuhan Bibit Anggrek *Dendrobium* saat Aklimatisasi. *Media Pertanian*, 5(1).
- Sudijono, A. (2009). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sugiana, I N., Ahmad H., Hairunnisyah S. & Gunawan. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Generatif Berbantuan Media Laboratorium Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Siswa pada Materi Momentum dan Impuls. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(2), 62-65.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sumargo, E. (2014). Penerapan Media Laboratorium *Virtual* (Phet) pada Materi Laju Reaksi dengan Model Pengajaran Langsung (*The Application of Virtual Laboratory Media (Phet) at Reaction Rate Subject Using Direct Instruction Model*). *Unesa Journal of Chemical Education*, 3(1), 119-133.
- Sumiharsono, R. dan Hisbiyatul H. (2017). *Media Pembelajaran: Buku Bacaan Wajib Dosen, Guru dan Calon Pendidik*. Jember: Pustaka Abadi.
- Surahman, E., & Surjono, H. D. (2017). Pengembangan Adaptive *Mobile Learning* pada Mata Pelajaran Biologi SMA sebagai Upaya Mendukung Proses Blended Learning. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 4(1), 26-37.
- Surya, R. (2020). Pengaruh Model *Discovery Learning* Berbantuan Multimedia Terhadap Keterampilan Proses Sains, Berpikir Tingkat Tinggi Dan Keterampilan Bertanya pada Materi Sistem Pernapasan di Sma Negeri 5 Langsa. *Jurnal Biolokus*. 3(1), 234-244.

- Suryaningsih, Y., (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum sebagai Sarana Siswa untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi. *Jurnal Bio Educatio*. Vol. 2(2); 49-57.
- Susilana, R. & Cepi R. (2009). *Media Pembelajaran*. Bandung: CV. Wacana Prima.
- Syafaruddin. (2011). *Pengelolaan Pendidikan*. Medan: Perdana Publishing.
- . (2015). *Kepemimpinan Pendidikan Kontemporer*. Bandung: Citapustaka Media.
- . (2017). *Manajemen Kurikulum*. Medan: Perdana Publishing.
- . (2019). *Manajemen dan Strategi Pembelajaran*. Medan: Perdana Publishing.
- Syahfitri, F. D., Manurung, B., & Sudiby, M. (2019). The Development of Problem Based *Virtual Laboratory* Media to Improve Science Process Skills of Students in Biology. *International Journal of Research and Review*, Vol, 6, 64-74.
- Syaifulloh, R. B. (2014). Penerapan Pembelajaran dengan Model Guided Discovery dengan Lab Virtual PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas XI di SMAN 1 Tuban pada Pokok Bahasan Teori Kinetik Gas. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 3(2).
- Tafsir 'Ilmi. (2011). *Tumbuhan dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Al-Qur'an.
- . (2014). *Penciptaan Manusia: Pengenalan Ayat-ayat Sains dalam Al-Qur'an*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Al-Qur'an.
- Tania, L. (2017). Pengembangan Bahan Ajar E-modul sebagai Pendukung Pembelajaran Kurikulum 2013 pada Materi Ayat Jurnal Penyesuaian Perusahaan Jasa Siswa Kelas X Akuntansi SMK Negeri 1 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, Vol. 5(2); 1-9.
- Tarmizi, A. K., Hasbiyati, H., & Hakim, M. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Virtual Reality pada Mata Kuliah Anatomi dan fisiologi Manusia pada Mahasiswa Semester VI Pendidikan Biologi. *Jurnal Bioshell*, 9(2), 37-40.

- Taufik & Hardi W. (2020). Birokrasi Baru untuk *Era New Normal*: Tinjauan Model Perubahan Birokrasi dalam Pelayanan Publik di Era Covid 19. *Jurnal Ilmu Administrasi Publik*. 2(1), 1-18.
- Tjitrosoepomo, G. (2010). *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tobing, A., Sumargiyani, S., & Yusrina, N. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Think Pair Share* (TPS) untuk Meningkatkan Interaksi Belajar Matematika Siswa SMP. *Prosiding Sendika*, 6(2).
- Triningtyas, D. A. (2016). Studi Kasus tentang Rasa Percaya Diri, Faktor Penyebabnya dan Upaya Memperbaiki dengan Menggunakan Konseling Individual. *Counsellia: Jurnal Bimbingan dan Konseling*, 3(1).
- Ulfa, S. W. (2018). Mentradisikan Sikap Ilmiah dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Biolokus*. 1(1), 1-10.
- Ulfa, R., dkk. (2020). Gambaran Leukosit setelah Pemberian Nanoenkapsulasi Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) pada Burung Puyuh Pascainduksi Imunosupresan Deksametason. *Jurnal Veteriner*. Vol. 21(2); 309-318.
- Ulia, N., Yunita S. & Mohamad H. (2020). Pengaruh Bahan Ajar Konsep Dasar Matematika Berbasis Internalisasi Nilai-nilai Islam terhadap Sikap Religius. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 3(1), 1-10.
- Umrati dan Hengki W. (2020). *Analisis Data Kualitatif*. Makassar: Jaffray Press.
- Uswatun, D. A. & Rohmat W. (2018). Analisis Aktivitas Peserta Didik dalam Pembelajaran Berbasis *Scientific Approach* di Sekolah Dasar sebagai Implementasi *21st Century Skills*. *Jurnal Pendidikan IPA Veteran*, 2(2), 174-188.
- Wahidin, U. & Ahmad S. (2018). Media Pendidikan dalam Perspektif Pendidikan Islam. *Jurnal Pendidikan Islam*. Vol. 7(1); 47-66.
- Wahyuni, I. S., dkk. (2020). *E-Book Pembelajaran Kreatif*. Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management.

- Wani, M. (2019). Pemuda dalam Al-Qur'an dan As-sunnah: Pemuda Islam yang Berkualitas tidak Lepas dari Pendidikan Orang Tua yang Totalitas. *Jurnal Al-Dzikra*, Vol. 13(1), 17-94.
- Warsiki, E., & Putri, C. D. W. (2012). Pembuatan label/Film Indikator Warna dengan Pewarna Alami dan Sintetis. *E-jurnal Agro-Industri Indonesia*, 1(2), 241708.
- Wibawanto, W. (2020). *Laboratorium Virtual: Konsep dan Pengembangan Simulasi Fisika*. Semarang: LPPM Unnes.
- . (2020). *Game Edukasi Role Play Game (RPG)*. Semarang: LPPM Unnes.
- Wibowo, E. & Dona D. P. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Menggunakan Aplikasi Kvisoft Flipbook Maker Materi Himpunan. *Desimal: Jurnal Matematika*, 1(2), 147-156.
- Widi, R. K. (2010). *Asas Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Widiyono, A. (2020). Efektivitas Perkuliahan Daring (*Online*) pada Mahasiswa PGSD di Saat *Pandemi Covid 19*. *Jurnal Pendidikan*. 8(2), 169-177.
- Wijaya, N. (2016). Pelatihan Membuat Desain Logo Vector Menggunakan Adobe Illustrator dan Adobe Flash di SMK Bina Cipta Palembang. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 1(1), 25-29.
- Winoto, D. E. (2020). The Conception of Intercultural Learning Media and Education. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 7(7), 111-120.
- Yuhendri, R. (2019). Eektivitas Pemanfaatan Laboratorium Biologi STKIP PGRI Sumatera Barat Terhadap Peningkatan Pemahaman siswa MAN 1 Padang Pariaman. *Jurnal Rangkang*, 1(2), 96-100.
- Yuliarti, N. (2018). *Kultur Jaringan Tanaman dalam Skala Rumah Tangga*. Yogyakarta: Andi Press.
- Yuwono, T. (2018). *Bioteknologi Pertanian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Lampiran 1

**LEMBAR KUESIONER ANALISIS KEBUTUHAN BELAJAR OLEH
SISWA PELAJARAN BIOLOGI PADA MATERI BIOTEKNOLOGI
POKOK BAHASAN KULTUR JARINGAN TERINTEGRASI POTENSI
LOKAL DAN NILAI-NILAI ISLAM**

Nama :

Kelas :

Indikator Pertanyaan	Sub Indikator Pertanyaan	Pertanyaan	Ya/ Sudah	Tidak/ Belum
Media Pembelajaran	<i>Virtual Laboratory</i>	1. Apakah pemahaman Anda terhadap materi Bioteknologi pokok bahasan Kultur Jaringan diperoleh secara maksimal dengan penggunaan media pembelajaran?		
		2. Apakah menurut Anda media pembelajaran dibutuhkan dalam penyampaian materi Bioteknologi pokok bahasan Kultur Jaringan?		
		3. Apakah media pembelajaran berbasis Teknologi Informasi (TI) seperti <i>Virtual</i>		

Indikator Pertanyaan	Sub Indikator Pertanyaan	Pertanyaan	Ya/ Sudah	Tidak/ Belum
		<i>Laboratory</i> dapat membantu dan mempermudah Anda dalam mempelajari dan memahami Kultur Jaringan?		
		4. Apakah guru Anda telah memanfaatkan media pembelajaran berbasis Teknologi Informasi (TI) dalam pembelajaran Kultur Jaringan?		
		5. Apakah media pembelajaran berbasis Teknologi Informasi (TI) yang digunakan oleh guru Anda telah relevan dengan materi Kultur Jaringan yang disampaikan?		
Sumber Belajar	Pemanfaatan Potensi Lokal	6. Menurut Anda, apakah mengintegrasikan antara potensi lokal dengan praktikum Kultur Jaringan merupakan suatu hal		

Indikator Pertanyaan	Sub Indikator Pertanyaan	Pertanyaan	Ya/ Sudah	Tidak/ Belum
		yang penting?		
		7. Apakah dengan mengintegrasikan potensi lokal dengan praktikum Kultur Jaringan dapat menumbuhkan kesadaran Anda mengenai kekayaan alam yang terdapat di Sumatera Utara?		
		8. Apakah dengan mengintegrasikan potensi lokal dengan praktikum Kultur Jaringan dapat meningkatkan pemahaman Anda secara kontekstual?		
		9. Apakah guru Anda telah mengintegrasikan potensi lokal dengan praktikum Kultur Jaringan?		
	Nilai-nilai Islam	10. Menurut Anda, apakah mengintegrasikan		

Indikator Pertanyaan	Sub Indikator Pertanyaan	Pertanyaan	Ya/ Sudah	Tidak/ Belum
		antara Nilai-nilai Islam dengan konsep Kultur Jaringan merupakan suatu hal yang penting?		
		11. Apakah dengan mengintegrasikan Nilai-nilai Islam dengan materi Kultur Jaringan dapat meningkatkan keimanan dan ketakwaan Anda kepada Allah SWT?		
		12. Apakah dengan mengintegrasikan Nilai-nilai Islam dengan materi Kultur Jaringan dapat membantu Anda dalam menghayati keagungan dan kebesaran Allah SWT?		
		13. Apakah dengan mengintegrasikan Nilai-nilai Islam		

Indikator Pertanyaan	Sub Indikator Pertanyaan	Pertanyaan	Ya/ Sudah	Tidak/ Belum
		dengan materi Kultur Jaringan dapat membantu Anda untuk menjadi pribadi yang lebih baik?		
		14. Apakah dengan mengintegrasikan Nilai-nilai Islam dengan materi Kultur Jaringan dapat mengasah sikap religius yang Anda miliki?		
		15. Apakah guru Biologi Anda telah mengintegrasikan Nilai-nilai Islam dalam materi Kultur Jaringan?		
Pengetahuan Siswa tentang Potensi Lokal	Andaliman	16. Apakah Anda mengetahui bahwa Andaliman merupakan salah satu tumbuhan kearifan lokal di Sumatera Utara?		
		17. Apakah Anda		

Indikator Pertanyaan	Sub Indikator Pertanyaan	Pertanyaan	Ya/ Sudah	Tidak/ Belum
		mengetahui tentang potensi pemanfaatan Andaliman?		
		18. Apakah Anda mengetahui prosedur perbanyakkan Andaliman dengan teknik Kultur Jaringan?		
Penguasaan Teknologi Siswa	Aplikasi Media Pembelajaran	19. Apakah Anda dapat mengoperasikan suatu media pembelajaran berbasis IT?		
		20. Apakah Anda memanfaatkan aplikasi digital dalam mempelajari Biologi?		
		21. Apakah Anda memanfaatkan teknologi dalam mengakses berbagai informasi yang dibutuhkan untuk mempelajari Biologi?		
Ketersediaan Teknologi yang Dimiliki	<i>Personal Computer, Gawai,</i>	22. Apakah Anda memiliki <i>Personal Computer</i> (PC)		

Indikator Pertanyaan	Sub Indikator Pertanyaan	Pertanyaan	Ya/ Sudah	Tidak/ Belum
Siswa	Laboratorium Komputer di Sekolah, dan Perangkat Pembelajaran Multimedia	seperti laptop atau komputer?		
		23. Apakah Anda memiliki gawai?		
		24. Apakah sekolah Anda memiliki laboratorium komputer?		
		25. Apakah sekolah Anda telah memfasilitasi perangkat pembelajaran berbasis IT, seperti penyediaan laboratorium komputer yang dapat dioperasikan dengan baik, <i>speaker</i> , dan <i>projector</i> ?		
Ketersediaan Laboratorium Biologi	Laboratorium Kultur Jaringan	26. Apakah sekolah Anda memiliki laboratorium Biologi?		
		27. Apakah laboratorium Biologi di sekolah Anda telah memiliki alat dan bahan praktikum yang lengkap dan dapat		

Indikator Pertanyaan	Sub Indikator Pertanyaan	Pertanyaan	Ya/ Sudah	Tidak/ Belum
		difungsikan dengan baik?		
		28. Apakah sekolah Anda memiliki laboratorium Kultur Jaringan?		

(Sumber: Sugiana, 2016; Alfiriani, 2017; Nurhidayati, 2017; Annisha, 2020; Rahmawati, 2017; Aimuharomah, 2018; Khaerunnisa, 2018; Ulia, 2020)

Lampiran 2

DAFTAR PERTANYAAN WAWANCARA MENGENAI ANALISIS KEBUTUHAN BELAJAR OLEH GURU PELAJARAN BIOLOGI PADA MATERI BIOTEKNOLOGI POKOK BAHASAN KULTUR JARINGAN TERINTEGRASI POTENSI LOKAL DAN NILAI-NILAI ISLAM

Mata Pelajaran : Biologi
Pokok Bahasan : Bioteknologi Modern
Materi : Kultur Jaringan Tumbuhan
Nama Guru Biologi :
Pertanyaan :

Indikator Pertanyaan	Pertanyaan
Hasil belajar siswa	1. Bagaimana kondisi peserta didik pada saat pembelajaran Biologi di kelas Anda?
	2. Apakah hasil belajar kognitif siswa pada materi Kultur Jaringan telah mencapai KKM?
	3. Berapa orang siswa yang telah mencapai KKM pada materi Kultur Jaringan?
Metode Pembelajaran	4. Metode pembelajaran apa yang Anda terapkan dalam mengajarkan materi Kultur Jaringan?
	5. Apakah Anda melaksanakan kegiatan praktikum pada materi Kultur Jaringan?
Kendala Praktikum	6. Apa kendala yang Anda hadapi saat melaksanakan praktikum Kultur Jaringan?
	7. Upaya apa saja yang telah Anda laksanakan dalam mengatasi masalah pelaksanaan praktikum Kultur Jaringan?
Media Pembelajaran	8. Media pembelajaran apa yang Anda gunakan untuk mendukung pemahaman siswa dalam mempelajari materi Kultur Jaringan?

Ketersediaan Laboratorium Biologi	9. Apakah di sekolah Anda telah memiliki laboratorium Biologi?
	10. Bagaimana kelengkapan alat dan bahan yang terdapat di laboratorium Biologi sekolah Anda?
Ketersediaan Laboratorium Kultur Jaringan	11. Apakah di sekolah Anda telah memiliki laboratorium Kultur Jaringan?
Ketersediaan Perangkat Pembelajaran Berbasis Teknologi	12. Apakah di sekolah Anda telah memiliki laboratorium komputer?
	13. Apakah di sekolah Anda telah memiliki perangkat pembelajaran multimedia, seperti <i>software</i> atau aplikasi pembelajaran, speaker, dan projector?
Penguasaan Teknologi Guru	14. Apakah Anda dapat mengoperasikan suatu media pembelajaran berbasis IT dengan baik?
	15. Apakah Anda mengedepankan aspek literasi teknologi saat mengajarkan materi Kultur Jaringan?
	16. Apakah Anda pernah mengikuti pelatihan dalam memanfaatkan teknologi informasi untuk proses pembelajaran?
Potensi Lokal	17. Apakah Anda mengintegrasikan konsep Potensi Lokal pada materi Kultur Jaringan?
	18. Menurut Anda, apakah mengintegrasikan konsep Potensi Lokal pada materi Kultur Jaringan merupakan suatu hal yang penting?
Nilai-nilai Islam	19. Apakah Anda mengintegrasikan Nilai-nilai Islam pada materi Kultur Jaringan?
	20. Menurut Anda, apakah mengintegrasikan

	Nilai-nilai Islam pada materi Kultur Jaringan merupakan suatu hal yang penting?
--	---

(Sumber: Ceha, 2016; Situmorang, 2016; Nasution, 2018; Myori, 2019; Yuhendri, 2019; Mahendra, 2020; Ramadanti, 2020)

Lampiran 3

**LEMBAR VALIDASI VIRTUAL LABORATORY PADA PRAKTIKUM
KULTUR JARINGAN TERINTEGRASI POTENSI LOKAL DAN NILAI-
NILAI ISLAM OLEH VALIDATOR AHLI MATERI**

Mata Pelajaran : Biologi
Pokok Bahasan : Bioteknologi Modern
Materi : Kultur Jaringan Tumbuhan
Petunjuk :

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian dengan cara memberikan tanda *check-list* (√) pada lembar instrumen ini menurut penilaian bapak/ibu.
2. Kritik dan saran bapak/ibu diberikan pada bagian akhir lembar validasi.
3. Makna angka dalam skor penilaian adalah sebagai berikut:
 - 4 : sangat baik
 - 3 : baik
 - 2 : cukup
 - 1 : kurang

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Cakupan Materi	1. Kesesuaian materi dengan KI 3 dan KD 3.10 <i>Krtiteria Penilaian:</i> a. Skor 4: materi yang disajikan sangat relevan dan komprehensif dengan KI 3 dan KD 3.10 b. Skor 3: materi yang disajikan relevan dan komprehensif dengan KI 3				

	<p>dan KD 3.10</p> <p>c. Skor 2: materi yang disajikan cukup relevan dan komprehensif dengan KI 3 dan KD 3.10</p> <p>d. Skor 1: materi yang disajikan kurang relevan dan komprehensif dengan KI 3 dan KD 3.10</p>				
	<p>2. Kedalaman materi dengan KI 3 dan KD 3.10</p> <p><i>Krtiteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: materi yang disajikan sangat kompleks, rinci, dan sistematis berdasarkan KI 3 dan KD 3.10</p> <p>b. Skor 3: materi yang disajikan kompleks, rinci, dan sistematis berdasarkan KI 3 dan KD 3.10</p> <p>c. Skor 2: materi yang disajikan cukup kompleks, rinci, dan sistematis berdasarkan KI 3 dan KD 3.10</p> <p>d. Skor 1: materi yang disajikan kurang kompleks, rinci, dan sistematis berdasarkan KI 3 dan KD 3.10</p>				

<p>B. Akurasi Materi</p>	<p>3. Akurasi fakta</p> <p><i>Krtiteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: fakta yang disajikan sangat mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>b. Skor 3: fakta yang disajikan mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>c. Skor 2: fakta yang disajikan cukup dapat dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>d. Skor 1: fakta yang disajikan kurang dapat dipahami secara cermat dan tepat</p>				
	<p>4. Akurasi hukum/konsep/teori</p> <p><i>Krtiteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: hukum/konsep/teori yang disajikan sangat mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>b. Skor 3: hukum/konsep/teori yang disajikan mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>c. Skor 2: hukum/konsep/teori yang disajikan cukup dapat</p>				

	<p>dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>d. Skor 1: hukum/konsep/teori yang disajikan kurang dapat dipahami secara cermat dan tepat</p>				
	<p>5. Akurasi kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran</p> <p><i>Krtiteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: materi yang disajikan sangat relevan untuk mencapai tujuan pembelajaran</p> <p>b. Skor 3: materi yang disajikan relevan untuk mencapai tujuan pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: materi yang disajikan cukup relevan untuk mencapai tujuan pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: materi yang disajikan kurang relevan untuk mencapai tujuan pembelajaran</p>				
	<p>6. Akurasi kesesuaian materi dengan indikator pembelajaran</p> <p><i>Krtiteria Penilaian:</i></p>				

	<p>a. Skor 4: materi yang disajikan sangat relevan untuk mencapai indikator pembelajaran</p> <p>b. Skor 3: materi yang disajikan relevan untuk mencapai indikator pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: materi yang disajikan cukup relevan untuk mencapai indikator pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: materi yang disajikan kurang relevan untuk mencapai indikator pembelajaran</p>				
	<p>7. Akurasi prosedur/metode</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: prosedur/metode yang disajikan sangat mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>b. Skor 3: prosedur/metode yang disajikan mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>c. Skor 2: prosedur/metode yang disajikan cukup mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>d. Skor 1: prosedur/metode</p>				

	yang disajikan kurang mudah dipahami secara cermat dan tepat				
C. Kemutakhiran dan kontekstual	<p>8. Kesesuaian dengan perkembangan konsep/ilmu pengetahuan terkini</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: konsep yang disajikan sangat aktual dan faktual</p> <p>b. Skor 3: konsep yang disajikan aktual dan faktual</p> <p>c. Skor 2: konsep yang disajikan cukup aktual dan faktual</p> <p>d. Skor 1: konsep yang disajikan kurang aktual dan faktual</p>				
	<p>9. Keaktualan literasi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: literatur yang disajikan sangat aktual dan mutakhir</p> <p>b. Skor 3: literatur yang disajikan aktual dan mutakhir</p> <p>c. Skor 2: literatur yang disajikan cukup aktual dan mutakhir</p>				

	d. Skor 1: literatur yang disajikan kurang aktual dan mutakhir				
	<p>10. Menyajikan contoh-contoh konkret yang berasal dari lingkungan lokal, nasional, maupun internasional</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: seluruh fakta disajikan bersumber dari lingkungan lokal, nasional, maupun internasional</p> <p>b. Skor 3: separuh fakta disajikan bersumber dari lingkungan lokal, nasional, maupun internasional</p> <p>c. Skor 2: sebagian fakta disajikan bersumber dari lingkungan lokal, nasional, maupun internasional</p> <p>d. Skor 1: hanya beberapa fakta disajikan bersumber dari lingkungan lokal, nasional, maupun internasional</p>				

<p>D. Integrasi Potensi Lokal</p>	<p>11. Kesesuaian antara prosedur praktikum menggunakan bahan berbasis potensi lokal</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: seluruh objek praktikum berbasis potensi lokal</p> <p>b. Skor 3: separuh objek praktikum berbasis potensi lokal</p> <p>c. Skor 2: sebagian objek praktikum berbasis potensi lokal</p> <p>d. Skor 1: hanya beberapa objek praktikum berbasis potensi lokal</p>				
<p>E. Keaslian Materi</p>	<p>12. Orisinalitas konten dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: seluruh konten bersifat orisinal</p> <p>b. Skor 3: separuh konten bersifat orisinal</p> <p>c. Skor 2: sebagian konten bersifat orisinal</p> <p>d. Skor 1: hanya beberapa konten bersifat orisinal</p>				
<p>F. Keterampilan Ilmiah</p>	<p>13. Membangkitkan motivasi peserta didik untuk melakukan kegiatan ilmiah:</p>				

	<p>mengetahui, menanya, dan melakukan praktikum atau proyek</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: peserta didik sangat termotivasi untuk lebih berfokus dalam kegiatan ilmiah dengan sikap gigih, ulet, dan kerja keras.</p> <p>b. Skor 3: peserta didik termotivasi untuk lebih berfokus dalam kegiatan ilmiah dengan sikap gigih, ulet, dan kerja keras.</p> <p>c. Skor 2: peserta didik cukup termotivasi untuk lebih berfokus dalam kegiatan ilmiah dengan sikap gigih, ulet, dan kerja keras.</p> <p>d. Skor 1: peserta didik kurang termotivasi untuk lebih berfokus dalam kegiatan ilmiah dengan sikap gigih, ulet, dan kerja keras.</p>				
	<p>14. Menginisiasi siswa untuk menalar dan mengasosiasikan data-data</p>				

	<p>hasil pengamatan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: siswa sangat terinisiasi dalam mengolah dan mengaitkan informasi serta menarik kesimpulan berdasarkan data-data hasil pengamatan</p> <p>b. Skor 3: siswa terinisiasi dalam mengolah dan mengaitkan informasi serta menarik kesimpulan berdasarkan data-data hasil pengamatan</p> <p>c. Skor 2: siswa cukup terinisiasi dalam mengolah dan mengaitkan informasi serta menarik kesimpulan berdasarkan data-data hasil pengamatan</p> <p>d. Skor 1: siswa kurang terinisiasi dalam mengolah dan mengaitkan informasi serta menarik kesimpulan berdasarkan</p>				
--	--	--	--	--	--

	<p>data-data hasil pengamatan</p>				
	<p>15. Menginisiasi siswa untuk menyajikan atau mengomunikasikan hasil pengamatan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: siswa sangat terinisiasi dalam menyajikan laporan praktikum atau mempresentasikan hasil pengamatan yang diperoleh secara lisan</p> <p>b. Skor 3: siswa terinisiasi dalam menyajikan laporan praktikum atau mempresentasikan hasil pengamatan yang diperoleh secara lisan</p> <p>c. Skor 2: siswa cukup terinisiasi dalam menyajikan laporan praktikum atau mempresentasikan hasil pengamatan yang diperoleh secara lisan</p> <p>d. Skor 1: siswa kurang terinisiasi dalam menyajikan laporan praktikum atau</p>				

	mempresentasikan hasil pengamatan yang diperoleh secara lisan				
G. Fungsi Konten Materi dalam <i>Virtual Laboratory</i>	<p>16. Menumbuhkan sikap jujur, rasa ingin tahu, objektif, teliti, cermat, tekun, kritis, kreatif, dan inovatif</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: siswa sangat termotivasi untuk melakukan hal-hal positif terhadap dirinya dalam mengeksplorasi kemampuan yang dimiliki</p> <p>b. Skor 3: siswa termotivasi untuk melakukan hal-hal positif terhadap dirinya dalam mengeksplorasi kemampuan yang dimiliki</p> <p>c. Skor 2: siswa cukup termotivasi untuk melakukan hal-hal positif terhadap dirinya dalam mengeksplorasi kemampuan yang dimiliki</p> <p>d. Skor 1: siswa kurang termotivasi untuk melakukan hal-hal</p>				

	<p>positif terhadap dirinya dalam mengeksplorasi kemampuan yang dimiliki</p>				
	<p>17. Menumbuhkan kecakapan hidup bermasyarakat (gotong royong, toleransi, bertanggung jawab, dan terbuka)</p> <p><i>Krtiteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: siswa sangat termotivasi untuk mengasah kecakapan hidup bermasyarakat</p> <p>b. Skor 3: siswa termotivasi untuk mengasah kecakapan hidup bermasyarakat</p> <p>c. Skor 2: siswa cukup termotivasi untuk mengasah kecakapan hidup bermasyarakat</p> <p>d. Skor 1: siswa kurang termotivasi untuk mengasah kecakapan hidup bermasyarakat</p>				
	<p>18. Membangkitkan interaksi dengan lingkungan</p> <p><i>Krtiteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: siswa sangat</p>				

	<p>termotivasi untuk lebih peduli terhadap kelestarian lingkungan</p> <p>b. Skor 3: siswa termotivasi untuk lebih peduli terhadap kelestarian lingkungan</p> <p>c. Skor 2: siswa cukup termotivasi untuk lebih peduli terhadap kelestarian lingkungan</p> <p>d. Skor 1: siswa kurang termotivasi untuk lebih peduli terhadap kelestarian lingkungan</p>				
--	---	--	--	--	--

Catatan Validator:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan Umum:

Berdasarkan penilaian di atas, maka *Virtual Laboratory* ini dinyatakan:

- a. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran tanpa revisi
- b. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran dengan revisi
- c. Tidak layak untuk diuji coba pada pembelajaran

(Sumber: Adi, 2016; Ricardo, 2017; Selviani, 2018; Uswatun, 2018; Fuadati, 2019)

Medan,.....

Validator

Syaiful Bahri Panjaitan, S.P, M.Agric, Sc

Lampiran 4

LEMBAR VALIDASI *VIRTUAL LABORATORY* PADA PRAKTIKUM KULTUR JARINGAN TERINTEGRASI POTENSI LOKAL DAN NILAI- NILAI ISLAM OLEH VALIDATOR AHLI MATERI NILAI-NILAI ISLAM

Mata Pelajaran : Biologi
Pokok Bahasan : Bioteknologi Modern
Materi : Kultur Jaringan Tumbuhan
Petunjuk :

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian dengan cara memberikan tanda *check-list* (√) pada lembar instrumen ini menurut penilaian bapak/ibu.
2. Kritik dan saran bapak/ibu diberikan pada bagian akhir lembar validasi.
3. Makna angka dalam skor penilaian adalah sebagai berikut:
4 : sangat baik
3 : baik
2 : cukup
1 : kurang

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
Korelasi Materi dengan Ayat Al-Qur'an	1. Keselarasan materi dan kaitannya dengan ayat Al-Qur'an <i>Kriteria Penilaian:</i> a. Skor 4: ayat Al-Qur'an yang digunakan mampu menggambarkan relevansi keterkaitannya dengan materi secara komprehensif, adanya hubungan antara ayat Al-Qur'an dengan				

	<p>materi secara signifikan, ayat Al-Qur'an dapat menunjukkan fungsi yang integral dengan substansi materi</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				
<p>Keterpaduan Konten Materi dengan Ayat Al-Qur'an</p>	<p>2. Keutuhan ayat Al-Qur'an dengan substansi materi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: adanya unsur penggabungan secara integratif antara ayat Al-Qur'an dengan substansi materi, keterpaduan ayat Al-Qur'an dan materi disajikan secara terstruktur dan sistematis, adanya unsur pembauran antara materi dengan ayat Al-Qur'an secara komprehensif</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				

	<p>3. Kejelasan penyajian ayat Al-Qur'an dengan substansi materi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: ayat Al-Qur'an yang disajikan mudah dibaca dan dipahami, tafsir dan penjabaran ayat disajikan secara sistemik dan mendalam, kandungan tafsir dipaparkan secara konkrit</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				
<p>Keterdukungan Ayat Al-Qur'an dengan Materi</p>	<p>4. Penggunaan ayat Al-Qur'an dan relevansinya dengan materi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: pemilihan ayat Al-Qur'an dapat menggambarkan materi dan prinsip-prinsip konseptual secara tepat, ayat Al-Qur'an dan kandungan tafsir dapat menguatkan penjelasan materi, ayat Al-Qur'an yang disajikan bersifat benar dan</p>				

	<p>mendalam</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				
<p>Wawasan Peserta Didik terhadap Nilai-nilai Islam</p>	<p>5. Konsepsi siswa terhadap integrasi Ayat Al-Qur'an dengan materi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: integrasi ayat Al-Qur'an dengan materi dapat menguatkan pandangan dan keyakinan peserta peserta didik terhadap kebenaran Al-Qur'an, memperkokoh pengetahuan siswa tentang kebenaran dalil Al-Qur'an yang dapat diuji secara empirik, mengkonkritkan cara pandang peserta didik melalui implementasi prosedur ilmiah dengan etika keislaman</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				

<p>Internalisasi Nilai-nilai Moral melalui Integrasi Materi dengan Ayat Al-Qur'an</p>	<p>6. Penghayatan inklusif materi berlandaskan ayat Al-Qur'an</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: materi yang dipadankan dengan ayat Al-Qur'an dapat meningkatkan keimanan kepada Allah SWT, mengembangkan rasa ingin tahu dan sikap positif, meningkatkan kepedulian untuk berperan serta dalam menjaga dan memelihara kelestarian sumber daya alam, membina suri tauladan dan <i>akhlakul karimah</i> berlandaskan integrasi materi dengan ayat Al-Qur'an</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 4 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 4 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 4 yang terpenuhi</p>				
<p>Penguatan Sikap Spiritual dalam Pembelajaran</p>	<p>7. Pengajaran sikap spiritual kepada peserta didik</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: integrasi materi dengan ayat Al-Qur'an dapat melatih siswa untuk bersyukur dan bertakwa</p>				

	<p>kepada Allah SWT, memupuk rasa keimanan dan ketakwaan dalam pembelajaran, memotivasi siswa untuk melakukan sikap positif</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				
<p>Pengembangan Pembelajaran Berkarakter Berlandaskan Ayat Al-Qur'an</p>	<p>8. Konstruksi pendidikan karakter berbasis Al-Qur'an</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: integrasi materi dengan ayat Al-Qur'an dapat menumbuhkembangkan karakter positif siswa, mengasah potensi diri untuk membentuk manusia cerdas dan berkepribadian <i>Qur'ani</i>, mengelaborasi kualitas diri dalam seluruh dimensi kemampuan dan keterampilan yang bersumber pada prinsip ilmiah dan nilai-nilai Islam</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				

	<p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				
--	--	--	--	--	--

Catatan Validator:

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan Umum:

Berdasarkan penilaian di atas, maka *Virtual Laboratory* ini dinyatakan:

- d. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran tanpa revisi
- e. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran dengan revisi
- f. Tidak layak untuk diuji coba pada pembelajaran

(Sumber: Mardayani, 2013; Novianto, 2015; Asmarawati, 2016; Latifah, 2016; Maharani, 2016; Asyhari, 2019; Nurjanah, 2019; Sultoni, 2020)

Medan,.....

Validator

Dr. Zaini Dahlan, M.Pd.I

NIP. 198905102018011002

Lampiran 5

**LEMBAR VALIDASI *VIRTUAL LABORATORY* PADA PRAKTIKUM
KULTUR JARINGAN TERINTEGRASI POTENSI LOKAL DAN NILAI-
NILAI ISLAM OLEH VALIDATOR AHLI MEDIA *VIRTUAL
LABORATORY***

Mata Pelajaran : Biologi
Pokok Bahasan : Bioteknologi Modern
Materi : Kultur Jaringan Tumbuhan
Petunjuk :

9. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian dengan cara memberikan tanda *check-list* (√) pada lembar instrumen ini menurut penilaian bapak/ibu.
10. Kritik dan saran bapak/ibu diberikan pada bagian akhir lembar validasi.
11. Makna angka dalam skor penilaian adalah sebagai berikut:
 - 4 : sangat baik
 - 3 : baik
 - 2 : cukup
 - 1 : kurang

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	1. Efektif dan efisien dalam penggunaan <i>Kriteria Penilaian:</i> a. Skor 4: Menu perintah yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat efektif dan efisien untuk dioperasikan oleh praktikan				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>b. Skor 3: Menu perintah yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> efektif dan efisien untuk dioperasikan oleh praktikan</p> <p>c. Skor 2: Menu perintah yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup efektif dan efisien untuk dioperasikan oleh praktikan</p> <p>d. Skor 1: Menu perintah yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> kurang efektif dan efisien untuk dioperasikan oleh praktikan</p>				
	<p>2. <i>Maintanable</i> (mudah dikelola)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang memerlukan perawatan yang kompleks dan</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>rumit</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup memerlukan perawatan yang kompleks dan rumit</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan memerlukan perawatan yang kompleks dan rumit</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat memerlukan perawatan yang kompleks dan rumit</p>				
	<p>3. Usabilitas (mudah digunakan)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Program dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat mudah dioperasikan dan tidak memerlukan seorang ahli dalam</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>pengoperasiannya</p> <p>b. Skor 3: Program dalam <i>Virtual Laboratory</i> mudah dioperasikan dan tidak memerlukan seorang ahli dalam pengoperasiannya</p> <p>c. Skor 2: Program dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup mudah dioperasikan dan memerlukan seorang ahli dalam pengoperasiannya</p> <p>d. Skor 1: Program dalam <i>Virtual Laboratory</i> sukar dioperasikan dan memerlukan seorang ahli dalam pengoperasiannya</p>				
	<p>4. Kompatibilitas (dapat diinstalasi pada perangkat komputer atau laptop secara mudah)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>mudah dijalankan pada komputer atau laptop dan tidak memerlukan <i>player</i> khusus dalam proses instalasinya</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan mudah dijalankan pada komputer atau laptop dan tidak memerlukan <i>player</i> khusus dalam proses instalasinya</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup mudah dijalankan pada komputer atau laptop dan memerlukan <i>player</i> khusus dalam proses instalasinya</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sukar dijalankan pada komputer atau laptop dan memerlukan <i>player</i> khusus dalam proses</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	instalasinya				
	<p>5. <i>Reusable</i> (dapat dimanfaatkan kembali untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Seluruh program <i>Virtual Laboratory</i> dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain</p> <p>b. Skor 3: Sebagian program <i>Virtual Laboratory</i> dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain</p> <p>c. Skor 2: Hanya beberapa program <i>Virtual Laboratory</i> dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	d. Skor 1: Tidak terdapat program <i>Virtual Laboratory</i> dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain				
B. Komponen Media	<p>6. Penyesuaian dengan indikator dan tujuan pembelajaran</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Topik/materi dan prosedur kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat relevan dengan indikator pembelajaran dan dapat mengoptimalkan pencapaian tujuan pembelajaran</p> <p>b. Skor 3: Topik/materi dan prosedur kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> relevan dengan indikator pembelajaran dan dapat mengoptimalkan</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>pencapaian tujuan pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: Topik/materi dan prosedur kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup relevan dengan indikator pembelajaran dan cukup mengoptimalkan pencapaian tujuan pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: Topik/materi dan prosedur kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> kurang relevan dengan indikator pembelajaran dan kurang mengoptimalkan pencapaian tujuan pembelajaran</p>				
	<p>7. Kelengkapan komponen media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Seluruh komponen utama dan komponen pendukung</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>media disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>b. Skor 3: Sebagian komponen utama dan komponen pendukung media disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>c. Skor 2: Hanya beberapa komponen utama dan komponen pendukung media disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>d. Skor 1: Tidak terdapat komponen utama dan komponen pendukung media disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i></p>				
	<p>8. Pengorganisasian komponen media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Seluruh komponen media <i>Virtual Laboratory</i> telah diorganisasikan dengan tepat</p> <p>b. Skor 3: Sebagian komponen media</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p><i>Virtual Laboratory</i> telah diorganisasikan dengan tepat</p> <p>c. Skor 2: Hanya beberapa komponen media <i>Virtual Laboratory</i> telah diorganisasikan dengan tepat</p> <p>d. Skor 1: Tidak terdapat komponen media <i>Virtual Laboratory</i> telah diorganisasikan dengan tepat</p>				
	<p>9. Penyajian materi dalam media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat mudah dipahami oleh <i>user</i> atau pengguna</p> <p>b. Skor 3: Materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> mudah dipahami oleh <i>user</i> atau pengguna</p> <p>c. Skor 2: Materi yang</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup mudah dipahami oleh <i>user</i> atau pengguna</p> <p>d. Skor 1: Materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> sukar dipahami oleh <i>user</i> atau pengguna</p>				
C. Komunikasi Visual	<p>10. Komunikatif</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Ada interaksi yang komunikatif antara <i>Virtual Laboratory</i> dengan siswa serta <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan telah disesuaikan dengan karakteristik siswa dan siswa dapat menerima materi dengan baik</p> <p>b. Skor 3: Sebagian indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya beberapa indikator</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p>				
	<p>11. Kreatif dalam Ide dan Penuangan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> mengenalkan kerja ilmiah melalui penggunaan ilustrasi berupa gambar atau simulasi yang sesuai dengan materi</p> <p>b. Skor 3: Sebagian indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p>				
	<p>12. Navigasi dalam Pengoperasian Media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>a. Skor 4: Disertai tombol petunjuk/navigasi yang memungkinkan siswa belajar mandiri dan disertai tombol pilihan jawaban yang benar</p> <p>b. Skor 3: Disertai tombol petunjuk/navigasi yang memungkinkan siswa belajar mandiri dan tidak ada tombol pilihan jawaban yang benar</p> <p>c. Skor 2: Tidak ada tombol petunjuk/navigasi yang memungkinkan siswa belajar mandiri dan terdapat tombol pilihan jawaban yang benar</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada tombol petunjuk/navigasi dan tidak ada tombol</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	pilihan jawaban yang benar				
	<p>13. Visual (<i>Lay out Design</i>, Tipografi, dan Warna)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4:</p> <p>1) Penempatan judul, sub judul dan ilustrasi seimbang dan tidak mengganggu pemahaman</p> <p>2) Ukuran tulisan, gambar, dan animasi tiap halaman sesuai</p> <p>3) Penempatan ilustrasi sebagai latar belakang tidak mengganggu judul, teks dan gambar</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	d. Skor 1: Tidak ada indikator dari Skor 1 yang terpenuhi				
	<p>14. Animasi dan Gambar dalam Media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Animasi yang ditampilkan memenuhi unsur tujuan pembelajaran, menggunakan gambar yang jelas dan menarik, animasi atau gambar mudah dioperasikan siswa secara mandiri.</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p>				
A. Artistik dan Estetika	<p>15. Keseimbangan komposisi animasi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>e. Skor 4: animasi yang disajikan sangat mendukung satu sama lain</p> <p>f. Skor 3: animasi yang disajikan mendukung satu sama lain</p> <p>g. Skor 2: animasi yang disajikan cukup mendukung satu sama lain</p> <p>h. Skor 1: animasi yang disajikan kurang mendukung satu sama lain</p>				
	<p>16. Unsur visual paling dominan dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: unsur visual paling dominan sangat berpengaruh dalam mengasah keterampilan proses sains siswa</p> <p>b. Skor 3: unsur visual paling dominan berpengaruh dalam mengasah keterampilan</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>proses sains siswa</p> <p>c. Skor 2: unsur visual paling dominan cukup berpengaruh dalam mengasah keterampilan proses sains siswa</p> <p>d. Skor 1: unsur visual paling dominan kurang berpengaruh dalam mengasah keterampilan proses sains siswa</p>				
	<p>17. Penggunaan teks, grafis, animasi, dan audio dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: teks, grafis, animasi, dan audio yang disajikan sangat mudah dipahami oleh pengguna</p> <p>b. Skor 3: teks, grafis, animasi, dan audio yang disajikan mudah dipahami oleh pengguna</p> <p>c. Skor 2: teks, grafis, animasi, dan audio</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>yang disajikan cukup mudah dipahami oleh pengguna</p> <p>d. Skor 1: teks, grafis, animasi, dan audio yang disajikan kurang dapat dipahami oleh pengguna</p>				
	<p>18. Kemerarikan <i>lay out</i> dan tata letak</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>lay out</i> dan tata letak sangat mendukung efisiensi operasional media pembelajaran</p> <p>b. Skor 3: <i>lay out</i> dan tata letak mendukung efisiensi operasional media pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: <i>lay out</i> dan tata letak cukup mendukung efisiensi operasional media pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: <i>lay out</i> dan tata letak kurang mendukung efisiensi</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	operasional media pembelajaran				
	<p>19. Pemilihan warna menarik</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Komposisi dan gradasi warna sangat mendukung objektivitas gambar dan <i>background</i> media pembelajaran</p> <p>b. Skor 3: Komposisi dan gradasi warna mendukung objektivitas gambar dan <i>background</i> media pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: Komposisi dan gradasi warna cukup mendukung objektivitas gambar dan <i>background</i> media pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: Komposisi dan gradasi warna kurang mendukung objektivitas gambar dan <i>background</i></p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	media pembelajaran				
	<p>20. Keserasian teks, grafis, animasi, dan audio</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Teks, grafis, animasi, dan audio sangat sinkron dengan topik praktikum</p> <p>b. Skor 3: Teks, grafis, animasi, dan audio sinkron dengan topik praktikum</p> <p>c. Skor 2: Teks, grafis, animasi, dan audio cukup sinkron dengan topik praktikum</p> <p>d. Skor 1: Teks, grafis, animasi, dan audio kurang sinkron dengan topik praktikum</p>				
B. Kemudahan Navigasi	<p>21. <i>Virtual Laboratory</i> mudah digunakan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat fleksibel, efektif, dan</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>efisien bagi praktikan</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan fleksibel, efektif, dan efisien bagi praktikan</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup fleksibel, efektif, dan efisien bagi praktikan</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang fleksibel, efektif, dan efisien bagi praktikan</p>				
	<p>22. Program <i>Virtual Laboratory</i> sederhana dalam pengoperasiannya</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Menu perintah sangat efektif dan mudah dioperasikan oleh praktikan</p> <p>b. Skor 3: Menu perintah efektif dan mudah dioperasikan</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>oleh praktikan</p> <p>c. Skor 2: Menu perintah cukup efektif dan mudah dioperasikan oleh praktikan</p> <p>d. Skor 1: Menu perintah kurang efektif dan mudah dioperasikan oleh praktikan</p>				
	<p>23. Bentuk dan letak navigasi konsisten di seluruh konten <i>Virtual Laboratory</i></p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Navigasi utama sangat selaras pada tiap-tiap sub menu operasional dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>b. Skor 3: Navigasi utama selaras pada tiap-tiap sub menu operasional dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>c. Skor 2: Navigasi</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>utama cukup selaras pada tiap-tiap sub menu operasional dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>d. Skor 1: Navigasi utama kurang selaras pada tiap-tiap sub menu operasional dalam <i>Virtual Laboratory</i></p>				
	<p>24. Navigasi yang dibuat memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Menu perintah sangat efektif dan efisien dioperasikan oleh praktikan</p> <p>b. Skor 3: Menu perintah efektif dan efisien dioperasikan oleh praktikan</p> <p>c. Skor 2: Menu perintah cukup efektif dan efisien dioperasikan oleh praktikan</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	d. Skor 1: Menu perintah kurang efektif dan efisien dioperasikan oleh praktikan				
	<p>25. Program <i>Virtual Laboratory</i> dapat berjalan dengan baik</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan dapat dioperasikan dengan sangat optimal tanpa adanya hambatan</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan dapat dioperasikan dengan optimal tanpa adanya hambatan</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan dapat dioperasikan dengan cukup optimal dan adanya hambatan</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	dikembangkan dapat dioperasikan dengan kurang optimal dan adanya hambatan				
C. Fungsi Keseluruhan	<p>26. Simulasi eksperimen menjadi pengganti kegiatan praktikum yang bersifat sukar dan mahal</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Proses kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat menyesuaikan dengan kegiatan praktikum secara nyata</p> <p>b. Skor 3: Proses kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> dapat menyesuaikan dengan kegiatan praktikum secara nyata</p> <p>c. Skor 2: Proses kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup menyesuaikan dengan kegiatan praktikum secara nyata</p> <p>d. Skor 1: Proses kerja</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> kurang menyesuaikan dengan kegiatan praktikum secara nyata				
	<p>27. <i>Virtual Laboratory</i> menumbuhkan sikap mandiri siswa</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat memotivasi siswa untuk bersikap mandiri dalam menjalankan prosedur ilmiah</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan memotivasi siswa untuk bersikap mandiri dalam menjalankan prosedur ilmiah</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>memotivasi siswa untuk bersikap mandiri dalam menjalankan prosedur ilmiah</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang memotivasi siswa untuk bersikap mandiri dalam menjalankan prosedur ilmiah</p>				
	<p>28. <i>Virtual Laboratory</i> dapat dijangkau oleh sekolah</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat <i>accessible</i> oleh penyelenggara pendidikan</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan bersifat <i>accessible</i> oleh penyelenggara pendidikan</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup <i>accessible</i> oleh penyelenggara pendidikan				
	d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang <i>accessible</i> oleh penyelenggara pendidikan				
	29. <i>Virtual Laboratory</i> dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan <i>Kriteria Penilaian:</i> a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat memotivasi siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran interaktif, komunikatif, dan kontekstual b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>dikembangkan memotivasi siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran interaktif, komunikatif, dan kontekstual</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup memotivasi siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran interaktif, komunikatif, dan kontekstual</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang memotivasi siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran interaktif, komunikatif, dan kontekstual</p>				

Catatan Validator:

.....

.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Kesimpulan Umum:

Berdasarkan penilaian di atas, maka *Virtual Laboratory* ini dinyatakan:

- g. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran tanpa revisi
- h. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran dengan revisi
- i. Tidak layak untuk diuji coba pada pembelajaran

(Sumber: Warsiki, 2012; Nofrida, 2013; Adi, 2016; Kalangi, 2019; Nurafni, 2020; Prasetiyo, 2017)

Medan,.....

Validator,

Muhammad Taufik Al-Abkari Siahaan, M.Kom

Lampiran 6

**LEMBAR VALIDASI VIRTUAL LABORATORY PADA PRAKTIKUM
KULTUR JARINGAN TERINTEGRASI POTENSI LOKAL DAN NILAI-
NILAI ISLAM OLEH VALIDATOR AHLI PRAKTISI LAPANGAN
(GURU BIOLOGI)**

Mata Pelajaran : Biologi
 Pokok Bahasan : Bioteknologi Modern
 Materi : Kultur Jaringan Tumbuhan
 Petunjuk :

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian dengan cara memberikan tanda *check-list* (√) pada lembar instrumen ini menurut penilaian bapak/ibu.
2. Kritik dan saran bapak/ibu diberikan pada bagian akhir lembar validasi.
3. Makna angka dalam skor penilaian adalah sebagai berikut:
 - 4 : sangat baik
 - 3 : baik
 - 2 : cukup
 - 1 : kurang

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Isi/Materi	1. Kesesuaian dengan KI 3 dan KD 3.10 <i>Kriteria Penilaian:</i> a. Skor 4: Isi/materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat relevan dan mendukung ketercapaian KI 3 dan KD 3.10 b. Skor 3: Isi/materi yang				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> relevan dan mendukung ketercapaian KI 3 dan KD 3.10</p> <p>c. Skor 2: Isi/materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup relevan dan mendukung ketercapaian KI 3 dan KD 3.10</p> <p>d. Skor 1: Isi/materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> kurang relevan dan tidak mendukung ketercapaian KI 3 dan KD 3.10</p>				
	<p>2. Kesesuaian dengan kebutuhan siswa</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat relevan dengan karakteristik tuntutan kebutuhan belajar siswa</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan relevan dengan karakteristik tuntutan kebutuhan belajar siswa</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup relevan dengan karakteristik tuntutan kebutuhan belajar siswa</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang relevan dengan karakteristik tuntutan kebutuhan belajar siswa</p>				
	<p>3. Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat relevan dengan kebenaran substansi materi pembelajaran</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan relevan dengan kebenaran substansi materi pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup relevan dengan kebenaran substansi materi pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang relevan dengan kebenaran substansi materi pembelajaran</p>				
	<p>4. Manfaat untuk tambahan wawasan dan pengetahuan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Topik/materi yang disajikan sangat lengkap dan komprehensif</p> <p>b. Skor 3: Topik/materi yang disajikan lengkap dan komprehensif</p> <p>c. Skor 2: Topik/materi</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>yang disajikan cukup lengkap dan komprehensif</p> <p>d. Skor 1: Topik/materi yang disajikan kurang lengkap dan komprehensif</p>				
	<p>5. Kesesuaian dengan nilai moral dan sosial</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Konten dalam <i>Virtual Laboratory</i> tidak bertentangan dengan moral dan nilai-nilai agama, dapat mengasah budi pekerti untuk pembentukan karakter peserta didik, dan penguatan pendidikan karakter.</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
B. Penyajian	<p>6. Menyajikan kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Menampilkan tuntutan KI dan KD, Tujuan Pembelajaran, dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didik</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>7. Sistematis penyajian materi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Materi yang terdapat dalam <i>Virtual Laboratory</i> disajikan dengan teknik penyajian yang sangat</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>sistematis dan runtut</p> <p>b. Skor 3: Materi yang yang terdapat dalam <i>Virtual Laboratory</i> disajikan dengan teknik penyajian yang sistematis dan runtut</p> <p>c. Skor 2: Materi yang yang terdapat dalam <i>Virtual Laboratory</i> disajikan dengan teknik penyajian yang cukup sistematis dan runtut</p> <p>d. Skor 1: Materi yang yang terdapat dalam <i>Virtual Laboratory</i> disajikan dengan teknik penyajian yang kurang sistematis dan runtut</p>				
	<p>8. Bahasa yang digunakan komunikatif</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Pesan yang terkandung dalam <i>Virtual Laboratory</i> tersampaikan dengan baik dan efektif, penggunaan kalimat yang rasional, dan tata</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>tulisan didasari oleh kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>9. Desain tulisan, gambar, dan animasi mudah dipahami oleh siswa</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Tulisan, gambar, dan animasi dirancang dengan penuh artistik, memvisualisasikan suatu objek dengan wujud yang nyata, visualisasi objek dikemas secara menarik, komprehensif, dan menyesuaikan dengan karakteristik</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>siswa</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>10. Kemudahan navigasi dalam pengoperasian media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Disertai tombol/petunjuk untuk mengoperasikan media yang memungkinkan peserta didik dapat belajar mandiri, menu navigasi dapat mempermudah dalam mengoperasikan media, adanya menu navigasi pada tiap-tiap langkah kerja praktikum</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>11. Gambar dan ilustrasi bersifat fungsional</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Gambar dan ilustrasi dalam <i>Virtual Laboratory</i> mengandung pesan atau informasi yang dapat dipahami oleh siswa, gambar dan ilustrasi memenuhi tujuan pembelajaran, menggunakan gambar dan ilustrasi yang jelas dan menarik, gambar dan ilustrasi dapat dengan mudah</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>dioperasikan oleh siswa</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
C. Fungsi Keseluruhan <i>Virtual Laboratory</i>	<p>12. Aktivitas belajar siswa secara kontekstual</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> dapat mendukung indikator pembelajaran kontekstual: <i>constructivism</i> (konstruktivisme), <i>inquiry</i> (menemukan), <i>questioning</i> (bertanya), <i>learning community</i> (masyarakat</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>pembelajar), <i>modeling</i> (pemodelan), <i>reflection</i> (refleksi), <i>authentic assesment</i> (penilaian autentik)</p> <p>b. Skor 3: Hanya 4 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>13. Interaksi siswa dengan sumber belajar</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Adanya Tinjauan Pustaka dalam <i>Virtual Laboratory</i>, siswa dimotivasi untuk membaca berbagai literatur yang relevan dengan topik praktikum, siswa</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>diarahkan untuk mengeksplorasi kemampuan dengan menyajikan laporan praktikum dan menjawab pertanyaan</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>14. Mendorong rasa ingin tahu siswa</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Memotivasi siswa untuk mengeksplorasi kemampuan ilmiah melalui fokus kegiatan praktikum, menstimulus siswa untuk mengajukan</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>pertanyaan terkait dengan hasil percobaan, membawa siswa pada keadaan disposisional untuk melakukan eksplorasi dan absorpsi pengetahuan</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>15. Menyajikan manfaat dan pentingnya materi bagi kehidupan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Memaparkan materi yang bersifat aplikatif dan fungsional, materi yang disajikan</p>				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	berdasarkan atas prinsip kontekstual dan konseptual b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi				
	16. Menciptakan suasana belajar yang kondusif dan menyenangkan <i>Kriteria Penilaian:</i> a. Skor 4: Memotivasi siswa untuk belajar secara mandiri (<i>student centered</i>), kegiatan praktikum didasarkan pada indikator dan tujuan pembelajaran yang jelas, mengoptimalkan dan				

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	<p>mengembangkan keilmuan siswa melalui aktivitas fisik dan mental dalam ranah <i>Virtual</i>.</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				

Catatan Validator:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan Umum:

Berdasarkan penilaian di atas, maka *Virtual Laboratory* ini dinyatakan:

- j. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran tanpa revisi

k. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran dengan revisi

l. Tidak layak untuk diuji coba pada pembelajaran

(Sumber: Fahmi, 2013; Poerwanti, 2013; Adi, 2016; Mutamimah, 2016; Karim, 2017; Surahman, 2017; Raharja, 2018; Wibowo, 2018; Puspita, 2019; Tobing, 2020; Fitri, 2020)

Medan,.....

Validator,

Supraba Ika Sari, M.Pd
NIP. 197907052008012006

Lampiran 7

LEMBAR KUESIONER *VIRTUAL LABORATORY* PADA PRAKTIKUM KULTUR JARINGAN TERINTEGRASI POTENSI LOKAL DAN NILAI-NILAI ISLAM OLEH PESERTA DIDIK

A. Identitas Pribadi

Nama :

Kelas :

B. Petunjuk Pengisian

1. Tulislah data diri Anda pada tempat yang telah disediakan.
2. Sebelum menjawab pertanyaan, silakan baca dan pahami secara seksama maksud dari pertanyaan yang diberikan.
3. Berilah tanda check-list (√) pada kolom bagian Ya atau Tidak sesuai pendapat Anda.

C. Pertanyaan

No.	Pernyataan	Jawaban			
		SS	S	KS	TS
1.	Saya tertarik belajar Biologi materi Bioteknologi khususnya praktikum Kultur Jaringan menggunakan <i>Virtual Laboratory</i>				
2.	Saya tertarik melihat tampilan gambar dan animasi <i>Virtual Laboratory</i>				
3.	<i>Virtual Laboratory</i> mudah dioperasikan				
4.	<i>Virtual Laboratory</i> sesuai dengan tujuan pembelajaran				
5.	<i>Virtual Laboratory</i> dapat membantu pemahaman saya dalam mempelajari Kultur Jaringan				
6.	Saya termotivasi untuk belajar Kultur				

No.	Pernyataan	Jawaban			
		SS	S	KS	TS
	Jaringan Tumbuhan Terintegrasi Potensi Lokal dan Nilai Islam dengan melihat sajian <i>Virtual Laboratory</i>				
7.	Teks yang terdapat dalam <i>Virtual Laboratory</i> mudah untuk dibaca				
8.	Saya mudah memahami Materi Kultur Jaringan Tumbuhan Terintegrasi Potensi Lokal dan Nilai Islam				
9..	Suara atau musik yang terdapat dalam <i>Virtual Laboratory</i> menambah daya tarik saya untuk mempelajari Kultur Jaringan Tumbuhan				
10.	Bahasa yang digunakan dalam <i>Virtual Laboratory</i> ini jelas dan mudah dipahami				
11.	Saya tertarik belajar Kultur Jaringan Tumbuhan Terintegrasi Potensi Lokal dan Nilai Islam melalui <i>Virtual Laboratory</i> yang disajikan				
12.	<i>Virtual Laboratory</i> memudahkan saya untuk belajar materi Kultur Jaringan Tumbuhan secara mandiri di rumah				
13.	Saya lebih termotivasi untuk belajar eksperimen Kultur Jaringan Tumbuhan menggunakan media <i>Virtual Laboratory</i> ini				
14.	Saya dapat memainkan animasi dalam <i>Virtual Laboratory</i> ini secara mandiri				
15.	Saya merasa praktikum dengan <i>Virtual Laboratory</i> ini lebih efektif dan efisien				

No.	Pernyataan	Jawaban			
		SS	S	KS	TS
16.	Saya tertarik apabila pembelajaran terutama praktikum atau eksperimen dilaksanakan dengan <i>Virtual Laboratory</i> dan diterapkan pada materi lain				

(Sumber: Mahendra, 2020; Ambaryani, 2017; Dwiningsih, 2018)

Lampiran 8

SURAT PERNYATAAN VALIDASI PENELITIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd
NIP : 199210232019032024
Bidang Keahlian : Pembelajaran Biologi
Institusi : Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Menyatakan bahwa telah melakukan validasi instrumen penelitian
Skripsi saudara:

Nama : Adi Hartono
NIM : 0310171025
Judul Penelitian : Pengembangan *Virtual Laboratory* pada Materi
Bioteknologi Pokok Bahasan Kultur Jaringan Terintegrasi
Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal di SMA Negeri 11
Medan

Demikianlah surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya untuk
digunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 23 Februari 2021
Validator,


Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd
NIP. 199210232019032024

Lampiran 9

**BUKTI PENGISIAN LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI OLEH
VALIDATOR AHLI MATERI**

LEMBAR VALIDASI *VIRTUAL LABORATORY* OLEH VALIDATOR AHLI
MATERI

PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATERI
BIOTEKNOLOGI POKOK BAHASAN KULTUR JARINGAN
TERINTEGRASI NILAI-NILAI ISLAM DAN POTENSI
LOKAL DI SMA NEGERI 11 MEDAN



IDENTITAS VALIDATOR

Nama	: Syaiful Bahri Panjaitan, S.P., M. Agri. Sc
NIP	: 0310199004
Instansi	: FITK - UINSU
Bidang Keahlian	: Agrobiotechnology
No. Telp.	: 0812 6503 5010
Lama Bekerja	: 2 tahun di UINSU (Dosen luar biasa)
Pendidikan Terakhir	: S-2 Agrobiotechnology

**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

D. LEMBAR VALIDASI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Cakupan Materi	<p>1. Kesesuaian materi dengan KI 3 dan KD 3.10</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: materi yang disajikan sangat relevan dan komprehensif dengan KI 3 dan KD 3.10</p> <p>b. Skor 3: materi yang disajikan relevan dan komprehensif dengan KI 3 dan KD 3.10</p> <p>c. Skor 2: materi yang disajikan cukup relevan dan komprehensif dengan KI 3 dan KD 3.10</p> <p>d. Skor 1: materi yang disajikan kurang relevan dan komprehensif dengan KI 3 dan KD 3.10</p>				✓
	<p>2. Kedalaman materi dengan KI 3 dan KD 3.10</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: materi yang disajikan sangat kompleks, rinci, dan sistematis berdasarkan KI 3 dan KD 3.10</p>				✓

	<p>b. Skor 3: materi yang disajikan kompleks, rinci, dan sistematis berdasarkan KI 3 dan KD 3.10</p> <p>c. Skor 2: materi yang disajikan cukup kompleks, rinci, dan sistematis berdasarkan KI 3 dan KD 3.10</p> <p>d. Skor 1: materi yang disajikan kurang kompleks, rinci, dan sistematis berdasarkan KI 3 dan KD 3.10</p>				
<p>B. Akurasi Materi</p>	<p>3. Akurasi fakta</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: fakta yang disajikan sangat mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>b. Skor 3: fakta yang disajikan mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>c. Skor 2: fakta yang disajikan cukup dapat dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>d. Skor 1: fakta yang disajikan kurang dapat dipahami secara cermat dan tepat</p>				<p>✓</p>

	<p>4. Akurasi hukum/konsep/teori</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: hukum/konsep/teori yang disajikan sangat mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>b. Skor 3: hukum/konsep/teori yang disajikan mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>c. Skor 2: hukum/konsep/teori yang disajikan cukup dapat dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>d. Skor 1: hukum/konsep/teori yang disajikan kurang dapat dipahami secara cermat dan tepat</p>				✓
	<p>5. Akurasi kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: materi yang disajikan sangat relevan untuk mencapai tujuan pembelajaran</p> <p>b. Skor 3: materi yang disajikan relevan untuk mencapai tujuan</p>				✓

	<p>pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: materi yang disajikan cukup relevan untuk mencapai tujuan pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: materi yang disajikan kurang relevan untuk mencapai tujuan pembelajaran</p>				
	<p>6. Akurasi kesesuaian materi dengan indikator pembelajaran</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: materi yang disajikan sangat relevan untuk mencapai indikator pembelajaran</p> <p>b. Skor 3: materi yang disajikan relevan untuk mencapai indikator pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: materi yang disajikan cukup relevan untuk mencapai indikator pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: materi yang disajikan kurang relevan untuk mencapai indikator pembelajaran</p>				✓
	7. Akurasi prosedur/metode				

	<p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: prosedur/metode yang disajikan sangat mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>b. Skor 3: prosedur/metode yang disajikan mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>c. Skor 2: prosedur/metode yang disajikan cukup mudah dipahami secara cermat dan tepat</p> <p>d. Skor 1: prosedur/metode yang disajikan kurang mudah dipahami secara cermat dan tepat</p>			✓
C. Kemutakhiran dan kontekstual	<p>8. Kesesuaian dengan perkembangan konsep/ilmu pengetahuan terkini</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: konsep yang disajikan sangat aktual dan faktual</p> <p>b. Skor 3: konsep yang disajikan aktual dan faktual</p> <p>c. Skor 2: konsep yang disajikan cukup aktual dan faktual</p> <p>d. Skor 1: konsep yang</p>			✓

	disajikan kurang aktual dan faktual				
	<p>9. Keaktualan literasi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: literatur yang disajikan sangat aktual dan mutakhir</p> <p>b. Skor 3: literatur yang disajikan aktual dan mutakhir</p> <p>c. Skor 2: literatur yang disajikan cukup aktual dan mutakhir</p> <p>d. Skor 1: literatur yang disajikan kurang aktual dan mutakhir</p>				✓
	<p>10. Menyajikan contoh-contoh konkret yang berasal dari lingkungan lokal, nasional, maupun internasional</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: seluruh fakta disajikan bersumber dari lingkungan lokal, nasional, maupun internasional</p> <p>b. Skor 3: separuh fakta disajikan bersumber dari lingkungan lokal, nasional, maupun</p>				✓

	<p>internasional</p> <p>e. Skor 2: sebagian fakta disajikan bersumber dari lingkungan lokal, nasional, maupun internasional</p> <p>d. Skor 1: hanya beberapa fakta disajikan bersumber dari lingkungan lokal, nasional, maupun internasional</p>				
D. Integrasi Potensi Lokal	<p>11. Kesesuaian antara prosedur praktikum menggunakan bahan berbasis potensi lokal (<i>Andaliman</i>)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: seluruh objek praktikum berbasis potensi lokal</p> <p>b. Skor 3: separuh objek praktikum berbasis potensi lokal</p> <p>c. Skor 2: sebagian objek praktikum berbasis potensi lokal</p> <p>d. Skor 1: hanya beberapa objek praktikum berbasis potensi lokal</p>				✓
E. Keaslian Materi	12. Orisinalitas konten dalam <i>Virtual Laboratory</i>				

	<p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: seluruh konten bersifat orisinal</p> <p>b. Skor 3: separuh konten bersifat orisinal</p> <p>c. Skor 2: sebagian konten bersifat orisinal</p> <p>d. Skor 1: hanya beberapa konten bersifat orisinal</p>				✓
F. Keterampilan Ilmiah	<p>13. Membangkitkan motivasi peserta didik untuk melakukan kegiatan ilmiah: mengetahui, menanya, dan melakukan praktikum atau proyek</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: peserta didik sangat termotivasi untuk lebih berfokus dalam kegiatan ilmiah dengan sikap gigih, ulet, dan kerja keras.</p> <p>b. Skor 3: peserta didik termotivasi untuk lebih berfokus dalam kegiatan ilmiah dengan sikap gigih, ulet, dan kerja keras.</p> <p>c. Skor 2: peserta didik cukup termotivasi untuk lebih berfokus dalam</p>				✓

	<p>kegiatan ilmiah dengan sikap gigih, ulet, dan kerja keras.</p> <p>d. Skor 1: peserta didik kurang termotivasi untuk lebih berfokus dalam kegiatan ilmiah dengan sikap gigih, ulet, dan kerja keras.</p>				
	<p>14. Menginisiasi siswa untuk menalar dan mengasosiasikan data-data hasil pengamatan</p> <p><i>Krtiteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: siswa sangat terinisiasi dalam mengolah dan mengaitkan informasi serta menarik kesimpulan berdasarkan data-data hasil pengamatan</p> <p>b. Skor 3: siswa terinisiasi dalam mengolah dan mengaitkan informasi serta menarik kesimpulan berdasarkan data-data hasil pengamatan</p> <p>c. Skor 2: siswa cukup terinisiasi dalam</p>				✓

	<p>mengolah dan mengaitkan informasi serta menarik kesimpulan berdasarkan data-data hasil pengamatan</p> <p>d. Skor 1: siswa kurang terinisiasi dalam mengolah dan mengaitkan informasi serta menarik kesimpulan berdasarkan data-data hasil pengamatan</p>				
	<p>15. Menginisiasi siswa untuk menyajikan atau mengomunikasikan hasil pengamatan <i>percobaan</i></p> <p><i>Krtiteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: siswa sangat terinisiasi dalam menyajikan laporan praktikum atau mempresentasekan hasil pengamatan yang diperoleh secara lisan</p> <p>b. Skor 3: siswa terinisiasi dalam menyajikan laporan praktikum atau mempresentasekan hasil pengamatan yang</p>				✓

	<p>diperoleh secara lisan</p> <p>c. Skor 2: siswa cukup terinisiasi dalam menyajikan laporan praktikum atau mempresentasikan hasil pengamatan yang diperoleh secara lisan</p> <p>d. Skor 1: siswa kurang terinisiasi dalam menyajikan laporan praktikum atau mempresentasikan hasil pengamatan yang diperoleh secara lisan</p>				
G. Fungsi Konten Materi dalam <i>Virtual Laboratory</i>	<p>16. Menumbuhkan sikap jujur, rasa ingin tahu, objektif, teliti, cermat, tekun, kritis, kreatif, dan inovatif</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: siswa sangat termotivasi untuk melakukan hal-hal positif terhadap dirinya dalam mengeksplorasi kemampuan yang dimiliki</p> <p>b. Skor 3: siswa termotivasi untuk melakukan hal-hal positif terhadap dirinya dalam mengeksplorasi</p>				✓

	<p>kemampuan yang dimiliki</p> <p>c. Skor 2: siswa cukup termotivasi untuk melakukan hal-hal positif terhadap dirinya dalam mengeksplorasi kemampuan yang dimiliki</p> <p>d. Skor 1: siswa kurang termotivasi untuk melakukan hal-hal positif terhadap dirinya dalam mengeksplorasi kemampuan yang dimiliki</p>				
	<p>17. Menumbuhkan kecakapan hidup bermasyarakat (gotong royong, toleransi, bertanggung jawab, dan terbuka)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: siswa sangat termotivasi untuk mengasah kecakapan hidup bermasyarakat</p> <p>b. Skor 3: siswa termotivasi untuk mengasah kecakapan hidup bermasyarakat</p> <p>c. Skor 2: siswa cukup</p>			✓	

	termotivasi untuk mengasah kecakapan hidup bermasyarakat				
	d. Skor 1: siswa kurang termotivasi untuk mengasah kecakapan hidup bermasyarakat				
	18. Membangkitkan interaksi dengan lingkungan				
	<i>Kriteria Penilaian:</i>				
	a. Skor 4: siswa sangat termotivasi untuk lebih peduli terhadap kelestarian lingkungan				✓
	b. Skor 3: siswa termotivasi untuk lebih peduli terhadap kelestarian lingkungan				
	c. Skor 2: siswa cukup termotivasi untuk lebih peduli terhadap kelestarian lingkungan				
	d. Skor 1: siswa kurang termotivasi untuk lebih peduli terhadap kelestarian lingkungan				

Catatan Validator: laboratory
 Dari virtual yang disajikan dapat dipahami sesuai konsep
 dan konteks yang diteliti.

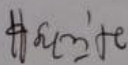
Kesimpulan Umum:

Berdasarkan penilaian di atas, maka *Virtual Laboratory* ini dinyatakan:

- a. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran tanpa revisi
- b. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran dengan revisi
- c. Tidak layak untuk diuji coba pada pembelajaran

(Sumber: Adi, 2016; Ricardo, 2017; Selviani, 2018; Uswatun, 2018; Fuadati, 2019) P

Medan, 16 Maret 2021
Validator


Syaiful Bahri Panjaitan, S.P, M.Agric, Sc

Lampiran 10

**BUKTI PENGISIAN LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI OLEH
VALIDATOR AHLI MATERI NILAI-NILAI ISLAM**

LEMBAR VALIDASI *VIRTUAL LABORATORY* OLEH
VALIDATOR AHLI MATERI NILAI-NILAI ISLAM



IDENTITAS VALIDATOR

Nama : *Dr Zaini Dahlan M.Pd.1*
NIP : *198905102018011002*
Instansi : *UIN Sumatera Utara*
Bidang Keahlian : *Ilmu Pendidikan Islam*
No. Telp. : *082361637001*
Lama Bekerja : *3 Tahun*
Pendidikan Terakhir : *S3 Pendidikan Islam*

**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

D. LEMBAR VALIDASI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
Korelasi Materi dengan Ayat Al-Qur'an	<p>1. Kesesuaian antara materi dan kaitannya dengan ayat Al-Qur'an</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: ayat Al-Qur'an yang digunakan mampu menggambarkan relevansi keterkaitannya dengan materi secara komprehensif, adanya hubungan antara ayat Al-Qur'an dengan materi secara signifikan, ayat Al-Qur'an dapat menunjukkan fungsi yang integral dengan substansi materi</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				✓
Keterpaduan Konten Materi dengan Ayat Al-Qur'an	<p>2. Keutuhan ayat Al-Qur'an dengan substansi materi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: adanya unsur penggabungan secara</p>				✓

	<p>integratif antara ayat Al-Qur'an dengan substansi materi, keterpaduan ayat Al-Qur'an dan materi disajikan secara terstruktur dan sistematis, adanya unsur pembauran antara materi dengan ayat Al-Qur'an secara komprehensif</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				
	<p>3. Kejelasan penyajian ayat Al-Qur'an dengan substansi materi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: ayat Al-Qur'an yang disajikan mudah dibaca dan dipahami, tafsir dan penjabaran ayat disajikan secara sistemik dan mendalam, kandungan tafsir dipaparkan secara konkrit</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>			✓	

	d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi				
Keterdukungan Ayat Al-Qur'an dengan Materi	<p>4. Penggunaan ayat Al-Qur'an dan relevansinya dengan materi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: pemilihan ayat Al-Qur'an dapat menggambarkan materi dan prinsip-prinsip konseptual secara tepat, ayat Al-Qur'an dan kandungan tafsir dapat menguatkan penjelasan materi, ayat Al-Qur'an yang disajikan bersifat benar dan mendalam</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>			✓	
Wawasan Peserta Didik terhadap Nilai-nilai Islam	<p>5. Konsepsi peserta didik terhadap integrasi Ayat Al-Qur'an dengan materi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: integrasi ayat Al-Qur'an dengan materi dapat menguatkan pandangan dan keyakinan peserta peserta</p>			✓	

	<p>didik terhadap kebenaran Al-Qur'an, memperkuat pengetahuan siswa tentang kebenaran dalil Al-Qur'an yang dapat diuji secara empirik, mengkonkritkan cara pandang peserta didik melalui implementasi prosedur ilmiah dengan etika keislaman</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>			
<p>Internalisasi Nilai-nilai Moral melalui Integrasi Materi dengan Ayat Al-Qur'an</p>	<p>6. Penghayatan inklusif materi berlandaskan ayat Al-Qur'an</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: materi yang dipadankan dengan ayat Al-Qur'an dapat meningkatkan keimanan kepada Allah SWT, mengembangkan rasa ingin tahu dan sikap positif, meningkatkan kesadaran untuk berperan serta dalam menjaga dan memelihara kelestarian sumber daya alam, membina suri tauladan dan <i>akhlakul</i></p>			<p>✓</p>

	<p><i>karimah</i> berlandaskan integrasi materi dengan ayat Al-Qur'an</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				
Penguatan Sikap Spiritual dalam Pembelajaran	<p>7. Pengajaran sikap spiritual kepada peserta didik</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: integrasi materi dengan ayat Al-Qur'an dapat melatih siswa untuk bersyukur dan bertakwa kepada Allah SWT, memupuk rasa keimanan dan ketakwaan dalam pembelajaran, memotivasi siswa untuk melakukan sikap positif</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 1 yang terpenuhi</p>				✓
Pengembangan Pembelajaran	<p>8. Konstruksi pendidikan karakter berbasis Al-Qur'an</p>				✓

Berkarakter Berlandaskan Ayat Al-Qur'an	<p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: integrasi materi dengan ayat Al-Qur'an dapat menumbuhkembangkan karakter positif siswa, mengasah potensi diri untuk membentuk manusia cerdas dan berkepribadian <i>Qur'ani</i>, mengelaborasi kualitas diri dalam seluruh dimensi kemampuan dan keterampilan yang bersumber pada prinsip ilmiah dan nilai-nilai Islam</p> <p>b. Skor 3: hanya dua kriteria dari skor 4 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: hanya satu kriteria dari skor 4 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: tidak ada kriteria dari skor 4 yang terpenuhi</p>
---	--

Catatan Validator:

Virtual Laboratory ini
Kandungan nilai nilai Keislaman
Pada Virtual Laboratory ini telah
sesuai dengan konsep materi dan
dapat diujikan pada siswa untuk
meningkatkan sikap spiritual siswa

Kesimpulan Umum:

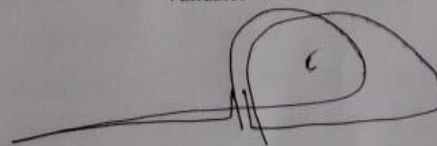
Berdasarkan penilaian di atas, maka *Virtual Laboratory* ini dinyatakan:

- a. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran tanpa revisi
- b. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran dengan revisi
- c. Tidak layak untuk diuji coba pada pembelajaran

(Sumber: Mardayani, 2013; Novianto, 2015; Asmarawati, 2016; Latifah, 2016; Maharani, 2016; Asyhari, 2019; Nurjanah, 2019; Sultoni, 2020)

Medan, 19 Maret 2021

Validator



Dr. Zaini Dahlan, M.Pd.I
NIP. 198905102018011002

Lampiran 11

**BUKTI PENGISIAN LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI OLEH
VALIDATOR AHLI MEDIA *VIRTUAL LABORATORY***

LEMBAR VALIDASI *VIRTUAL LABORATORY* OLEH VALIDATOR AHLI
MEDIA *VIRTUAL LABORATORY*

PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATERI
BIOTEKNOLOGI POKOK BAHASAN KULTUR JARINGAN
TERINTEGRASI NILAI-NILAI ISLAM DAN POTENSI
LOKAL DI SMA NEGERI 11 MEDAN



IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Ahmad Taufik Al Afkari Siahaan, M.Kom
NIP : -
Instansi : UIN Sumatera Utara
Bidang Keahlian : Multimedia
No. Telp. : 085362068496
Lama Bekerja : 4 Tahun
Pendidikan Terakhir : Strata 2 (S2) Ilmu Komputer

**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

D. LEMBAR VALIDASI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Perangkat Lunak (Software)	<p>1. Efektif dan efisien dalam penggunaan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Menu perintah yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat efektif dan efisien untuk dioperasikan oleh praktikan</p> <p>b. Skor 3: Menu perintah yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> efektif dan efisien untuk dioperasikan oleh praktikan</p> <p>c. Skor 2: Menu perintah yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup efektif dan efisien untuk dioperasikan oleh praktikan</p> <p>d. Skor 1: Menu perintah yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> kurang efektif dan</p>				✓

	efisien untuk dioperasikan oleh praktikan				
	<p>2. <i>Maintanable</i> (mudah dikelola)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang memerlukan perawatan yang kompleks dan rumit</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup memerlukan perawatan yang kompleks dan rumit</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan memerlukan perawatan yang kompleks dan rumit</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat memerlukan perawatan yang kompleks dan rumit</p>				✓

	<p>3. Usabilitas (mudah digunakan)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Program dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat mudah dioperasikan dan tidak memerlukan seorang ahli dalam pengoperasiannya</p> <p>b. Skor 3: Program dalam <i>Virtual Laboratory</i> mudah dioperasikan dan tidak memerlukan seorang ahli dalam pengoperasiannya</p> <p>c. Skor 2: Program dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup mudah dioperasikan dan memerlukan seorang ahli dalam pengoperasiannya</p> <p>d. Skor 1: Program dalam <i>Virtual Laboratory</i> sukar dioperasikan dan memerlukan seorang ahli dalam pengoperasiannya</p>				✓
	<p>4. Kompatibilitas (dapat diinstalasi pada perangkat</p>				✓

	<p>komputer atau laptop secara mudah)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat mudah dijalankan pada komputer atau laptop dan tidak memerlukan <i>player</i> khusus dalam proses instalasinya</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan mudah dijalankan pada komputer atau laptop dan tidak memerlukan <i>player</i> khusus dalam proses instalasinya</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup mudah dijalankan pada komputer atau laptop dan memerlukan <i>player</i> khusus dalam proses instalasinya</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sukar dijalankan pada</p>				
--	---	--	--	--	--

	komputer atau laptop dan memerlukan <i>player</i> khusus dalam proses instalasinya				
	<p>5. <i>Reusable</i> (dapat dimanfaatkan kembali untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Seluruh program <i>Virtual Laboratory</i> dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain</p> <p>b. Skor 3: Sebagian program <i>Virtual Laboratory</i> dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain</p> <p>c. Skor 2: Hanya beberapa program <i>Virtual Laboratory</i> dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain</p>				✓

	<p>d. Skor 1: Tidak terdapat program <i>Virtual Laboratory</i> dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain</p>				
B. Komponen Media	<p>6. Penyesuaian dengan indikator dan tujuan pembelajaran</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Topik/materi dan prosedur kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat relevan dengan indikator pembelajaran dan dapat mengoptimalkan pencapaian tujuan pembelajaran</p> <p>b. Skor 3: Topik/materi dan prosedur kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> relevan dengan indikator pembelajaran dan dapat mengoptimalkan pencapaian tujuan pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: Topik/materi</p>			✓	

	<p>dan prosedur kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup relevan dengan indikator pembelajaran dan cukup mengoptimalkan pencapaian tujuan pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: Topik/materi dan prosedur kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> kurang relevan dengan indikator pembelajaran dan kurang mengoptimalkan pencapaian tujuan pembelajaran</p>				
	<p>7. Kelengkapan komponen media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Seluruh komponen utama dan komponen pendukung media disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>b. Skor 3: Sebagian komponen utama dan komponen pendukung media disajikan dalam</p>				✓

	<p><i>Virtual Laboratory</i></p> <p>c. Skor 2: Hanya beberapa komponen utama dan komponen pendukung media disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>d. Skor 1: Tidak terdapat komponen utama dan komponen pendukung media disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i></p>				
	<p>8. Pengorganisasian komponen media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Seluruh komponen media <i>Virtual Laboratory</i> telah diorganisasikan dengan tepat</p> <p>b. Skor 3: Sebagian komponen media <i>Virtual Laboratory</i> telah diorganisasikan dengan tepat</p> <p>c. Skor 2: Hanya beberapa komponen media <i>Virtual Laboratory</i> telah diorganisasikan dengan tepat</p>			✓	

	d. Skor 1: Tidak terdapat komponen media <i>Virtual Laboratory</i> telah diorganisasikan dengan tepat				
	9. Penyajian materi dalam media <i>Kriteria Penilaian:</i> a. Skor 4: Materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat mudah dipahami oleh <i>user</i> atau pengguna b. Skor 3: Materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> mudah dipahami oleh <i>user</i> atau pengguna c. Skor 2: Materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup mudah dipahami oleh <i>user</i> atau pengguna d. Skor 1: Materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> sukar dipahami oleh <i>user</i> atau pengguna				✓
C. Komunikasi Visual	10. Komunikatif <i>Kriteria Penilaian:</i>				✓

	<p>a. Skor 4: Ada interaksi yang komunikatif antara <i>Virtual Laboratory</i> dengan siswa serta <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan telah disesuaikan dengan karakteristik siswa dan siswa dapat menerima materi dengan baik</p> <p>b. Skor 3: Sebagian indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya beberapa indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p>				
	<p>11. Kreatif dalam Ide dan Penuangan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> mengenalkan kerja ilmiah melalui penggunaan ilustrasi berupa gambar atau</p>				✓

	<p>simulasi yang sesuai dengan materi</p> <p>b. Skor 3: Sebagian indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p>				
	<p>12. Navigasi dalam Pengoperasian Media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Disertai tombol petunjuk/navigasi yang memungkinkan siswa belajar mandiri dan disertai tombol pilihan jawaban yang benar</p> <p>b. Skor 3: Disertai tombol petunjuk/navigasi yang memungkinkan siswa belajar mandiri dan tidak ada tombol pilihan jawaban yang benar</p> <p>c. Skor 2: Tidak ada</p>			✓	

	<p>tombol petunjuk/navigasi yang memungkinkan siswa belajar mandiri dan terdapat tombol pilihan jawaban yang benar</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada tombol petunjuk/navigasi dan tidak ada tombol pilihan jawaban yang benar</p>				
	<p>13. Visual (<i>Lay out Design</i>, Tipografi, dan Warna)</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4:</p> <p>1) Penempatan judul, sub judul dan ilustrasi seimbang dan tidak mengganggu pemahaman</p> <p>2) Ukuran tulisan, gambar, dan animasi tiap halaman sesuai</p> <p>3) Penempatan ilustrasi sebagai latar belakang tidak mengganggu</p>				✓

	<p>judul, teks dan gambar</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p>				
	<p>14. Animasi dan Gambar dalam Media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Animasi yang ditampilkan memenuhi unsur tujuan pembelajaran, menggunakan gambar yang jelas dan menarik, animasi atau gambar mudah dioperasikan siswa secara mandiri.</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 indikator dari Skor 1 yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada</p>				✓

	indikator dari Skor 1 yang terpenuhi				
A. Artistik dan Estetika	<p>15. Keseimbangan komposisi animasi</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: animasi yang disajikan sangat mendukung satu sama lain</p> <p>b. Skor 3: animasi yang disajikan mendukung satu sama lain</p> <p>c. Skor 2: animasi yang disajikan cukup mendukung satu sama lain</p> <p>d. Skor 1: animasi yang disajikan kurang mendukung satu sama lain</p>				✓
	<p>16. Unsur visual paling dominan dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: unsur visual paling dominan sangat berpengaruh dalam mengasah keterampilan proses sains siswa</p> <p>b. Skor 3: unsur visual</p>				

	<p>paling dominan berpengaruh dalam mengasah keterampilan proses sains siswa</p> <p>c. Skor 2: unsur visual paling dominan cukup berpengaruh dalam mengasah keterampilan proses sains siswa</p> <p>d. Skor 1: unsur visual paling dominan kurang berpengaruh dalam mengasah keterampilan proses sains siswa</p>				
	<p>17. Penggunaan teks, grafis, animasi, dan audio dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: teks, grafis, animasi, dan audio yang disajikan sangat mudah dipahami oleh pengguna</p> <p>b. Skor 3: teks, grafis, animasi, dan audio yang disajikan mudah dipahami oleh pengguna</p> <p>c. Skor 2: teks, grafis, animasi, dan audio</p>			✓	

	<p>yang disajikan cukup mudah dipahami oleh pengguna</p> <p>d. Skor 1: teks, grafis, animasi, dan audio yang disajikan kurang dapat dipahami oleh pengguna</p>				
	<p>18. Kemenarikan <i>lay out</i> dan tata letak</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>lay out</i> dan tata letak sangat mendukung efisiensi operasional media pembelajaran</p> <p>b. Skor 3: <i>lay out</i> dan tata letak mendukung efisiensi operasional media pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: <i>lay out</i> dan tata letak cukup mendukung efisiensi operasional media pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: <i>lay out</i> dan tata letak kurang mendukung efisiensi operasional media pembelajaran</p>				✓

	<p>19. Pemilihan warna menarik</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Komposisi dan gradasi warna sangat mendukung objektivitas gambar dan <i>background</i> media pembelajaran</p> <p>b. Skor 3: Komposisi dan gradasi warna mendukung objektivitas gambar dan <i>background</i> media pembelajaran</p> <p>c. Skor 2: Komposisi dan gradasi warna cukup mendukung objektivitas gambar dan <i>background</i> media pembelajaran</p> <p>d. Skor 1: Komposisi dan gradasi warna kurang mendukung objektivitas gambar dan <i>background</i> media pembelajaran</p>			✓	
	<p>20. Kecerahan teks, grafis, animasi, dan audio</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Teks, grafis,</p>				✓

	<p>animasi, dan audio sangat sinkron dengan topik praktikum</p> <p>b. Skor 3: Teks, grafis, animasi, dan audio sinkron dengan topik praktikum</p> <p>c. Skor 2: Teks, grafis, animasi, dan audio cukup sinkron dengan topik praktikum</p> <p>d. Skor 1: Teks, grafis, animasi, dan audio kurang sinkron dengan topik praktikum</p>				
B. Kemudahan Navigasi	<p>21. <i>Virtual Laboratory</i> mudah digunakan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat fleksibel, efektif, dan efisien bagi praktikan</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan fleksibel, efektif, dan efisien bagi praktikan</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang</p>			✓	

	<p>dikembangkan cukup fleksibel, efektif, dan efisien bagi praktikan</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang fleksibel, efektif, dan efisien bagi praktikan</p>				
	<p>22. Program <i>Virtual Laboratory</i> sederhana dalam pengoperasiannya</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Menu perintah sangat efektif dan mudah dioperasikan oleh praktikan</p> <p>b. Skor 3: Menu perintah efektif dan mudah dioperasikan oleh praktikan</p> <p>c. Skor 2: Menu perintah cukup efektif dan mudah dioperasikan oleh praktikan</p> <p>d. Skor 1: Menu perintah kurang efektif dan mudah dioperasikan oleh praktikan</p>				✓

	<p>23. Bentuk dan letak navigasi konsisten di seluruh konten <i>Virtual Laboratory</i></p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Navigasi utama sangat selaras pada tiap-tiap sub menu operasional dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>b. Skor 3: Navigasi utama selaras pada tiap-tiap sub menu operasional dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>c. Skor 2: Navigasi utama cukup selaras pada tiap-tiap sub menu operasional dalam <i>Virtual Laboratory</i></p> <p>d. Skor 1: Navigasi utama kurang selaras pada tiap-tiap sub menu operasional dalam <i>Virtual Laboratory</i></p>				✓
	<p>24. Navigasi yang dibuat memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya</p>			✓	

	<p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Menu perintah sangat efektif dan efisien dioperasikan oleh praktikan</p> <p>b. Skor 3: Menu perintah efektif dan efisien dioperasikan oleh praktikan</p> <p>c. Skor 2: Menu perintah cukup efektif dan efisien dioperasikan oleh praktikan</p> <p>d. Skor 1: Menu perintah kurang efektif dan efisien dioperasikan oleh praktikan</p>				
	<p>25. Program <i>Virtual Laboratory</i> dapat berjalan dengan baik</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan dapat dioperasikan dengan sangat optimal tanpa adanya hambatan</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan dapat</p>				

	<p>dioperasikan dengan optimal tanpa adanya hambatan</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan dapat dioperasikan dengan cukup optimal dan adanya hambatan</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan dapat dioperasikan dengan kurang optimal dan adanya hambatan</p>				
C. Fungsi Keseluruhan	<p>26. Simulasi eksperimen menjadi pengganti kegiatan praktikum yang bersifat sukar dan mahal</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Proses kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat menyesuaikan dengan kegiatan praktikum secara nyata</p> <p>b. Skor 3: Proses kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> dapat menyesuaikan dengan kegiatan praktikum</p>				✓

	<p>secara nyata</p> <p>c. Skor 2: Proses kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup menyesuaikan dengan kegiatan praktikum secara nyata</p> <p>d. Skor 1: Proses kerja ilmiah dalam <i>Virtual Laboratory</i> kurang menyesuaikan dengan kegiatan praktikum secara nyata</p>				
	<p>27. <i>Virtual Laboratory</i> menumbuhkan sikap mandiri siswa</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat memotivasi siswa untuk bersikap mandiri dalam menjalankan prosedur ilmiah</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan memotivasi siswa untuk bersikap mandiri dalam</p>				✓

	<p>menjalankan prosedur ilmiah</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup memotivasi siswa untuk bersikap mandiri dalam menjalankan prosedur ilmiah</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang memotivasi siswa untuk bersikap mandiri dalam menjalankan prosedur ilmiah</p>				
	<p>28. <i>Virtual Laboratory</i> dapat dijangkau oleh sekolah</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat <i>accessible</i> oleh penyelenggara pendidikan</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan bersifat <i>accessible</i> oleh</p>				✓

	<p>penyelenggara pendidikan</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup <i>accessible</i> oleh penyelenggara pendidikan</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang <i>accessible</i> oleh penyelenggara pendidikan</p>				
	<p>29. <i>Virtual Laboratory</i> dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat memotivasi siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran interaktif, komunikatif, dan kontekstual</p> <p>b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan</p>				✓

	<p>memotivasi siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran interaktif, komunikatif, dan kontekstual</p> <p>c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup memotivasi siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran interaktif, komunikatif, dan kontekstual</p> <p>d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang memotivasi siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran interaktif, komunikatif, dan kontekstual</p>				
--	--	--	--	--	--

Catatan Validator:

Masukkan dari saya ada sedikit perbaikan pada fungsi penggunaan misal, mengklik beberapa fitur harusnya dibuat di beberapa layout informasinya, kemudian kalau bisa pada gelas ukur ada informasi mengenai cairan yang digunakan dengan membuat nama cairan agar permanen, dan cairan juga untuk membedakan diberikan warna dan tampilan layout lebih menarik.

Kesimpulan Umum:

Berdasarkan penilaian di atas, maka *Virtual Laboratory* ini dinyatakan:

- a. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran tanpa revisi
- ⓑ. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran dengan revisi
- c. Tidak layak untuk diuji coba pada pembelajaran

(Sumber: Warsiki, 2012; Nofrida, 2013; Adi, 2016; Kalangi, 2019; Nurafni, 2020; Prasetiyo, 2017)

Medan, 17 Maret 2021

Validator




Ahmad Taufik Al Afkari Siahaan, S.Pd, M.Kom

Lampiran 12

**BUKTI PENGISIAN LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI OLEH
VALIDATOR AHLI PRAKTISI LAPANGAN (GURU
BIOLOGI)**

LEMBAR VALIDASI *VIRTUAL LABORATORY* OLEH VALIDATOR AHLI
PRAKTISI LAPANGAN (GURU BIOLOGI)

PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATERI
BIOTEKNOLOGI POKOK BAHASAN KULTUR JARINGAN
TERINTEGRASI NILAI-NILAI ISLAM DAN POTENSI
LOKAL DI SMA NEGERI 11 MEDAN



IDENTITAS VALIDATOR

Nama	: SUPRABA IKA SARP. Spd, M.Pd
NIP	: 19790705 200601 2006
Instansi	: SMAN 11 MEDAN
Bidang Keahlian	: BIOLOGI
No. Telp.	: 081370357045
Lama Bekerja	: 17 TAHUN 02 BULAN
Pendidikan Terakhir	: S2 PEND. BIO PASCA SARJANTO UNIMED

**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

D. LEMBAR VALIDASI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Isi/Materi	1. Kesesuaian dengan KI 3 dan KD 3.10 <i>Kriteria Penilaian:</i>				
	a. Skor 4: Isi/materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> sangat relevan dan mendukung ketercapaian KI 3 dan KD 3.10				✓
	b. Skor 3: Isi/materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> relevan dan mendukung ketercapaian KI 3 dan KD 3.10				
	c. Skor 2: Isi/materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> cukup relevan dan mendukung ketercapaian KI 3 dan KD 3.10				
	d. Skor 1: Isi/materi yang disajikan dalam <i>Virtual Laboratory</i> kurang relevan dan tidak mendukung				

	ketercapaian KI 3 dan KD 3.10				
	2. Kesesuaian dengan kebutuhan siswa <i>Kriteria Penilaian:</i> a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat relevan dengan karakteristik tuntutan kebutuhan belajar siswa b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan relevan dengan karakteristik tuntutan kebutuhan belajar siswa c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup relevan dengan karakteristik tuntutan kebutuhan belajar siswa d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang relevan dengan karakteristik tuntutan kebutuhan belajar				✓

siswa				
3. Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar				
<i>Kriteria Penilaian:</i>				
a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan sangat relevan dengan kebenaran substansi materi pembelajaran				✓
b. Skor 3: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan relevan dengan kebenaran substansi materi pembelajaran				
c. Skor 2: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan cukup relevan dengan kebenaran substansi materi pembelajaran				
d. Skor 1: <i>Virtual Laboratory</i> yang dikembangkan kurang relevan dengan kebenaran substansi materi pembelajaran				
4. Manfaat untuk tambahan wawasan dan pengetahuan				

	<p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Topik/materi yang disajikan sangat lengkap dan komprehensif</p> <p>b. Skor 3: Topik/materi yang disajikan lengkap dan komprehensif</p> <p>c. Skor 2: Topik/materi yang disajikan cukup lengkap dan komprehensif</p> <p>d. Skor 1: Topik/materi yang disajikan kurang lengkap dan komprehensif</p>				✓
	<p>5. Kesesuaian dengan nilai moral dan sosial</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Konten dalam <i>Virtual Laboratory</i> tidak bertentangan dengan moral dan nilai-nilai agama, dapat mengasah budi pekerti untuk pembentukan karakter peserta didik, dan penguatan pendidikan karakter.</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor</p>				✓

	<p>pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
B. Penyajian	<p>6. Menyajikan kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Menampilkan tuntutan KI dan KD, Tujuan Pembelajaran, dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didik</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>			✓	
	7. Sistematika penyajian materi				

	<p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Materi yang yang terdapat dalam <i>Virtual Laboratory</i> disajikan dengan teknik penyajian yang sangat sistematis dan runtut</p> <p>b. Skor 3: Materi yang yang terdapat dalam <i>Virtual Laboratory</i> disajikan dengan teknik penyajian yang sistematis dan runtut</p> <p>c. Skor 2: Materi yang yang terdapat dalam <i>Virtual Laboratory</i> disajikan dengan teknik penyajian yang cukup sistematis dan runtut</p> <p>d. Skor 1: Materi yang yang terdapat dalam <i>Virtual Laboratory</i> disajikan dengan teknik penyajian yang kurang sistematis dan runtut</p>				✓
	<p>8. Bahasa yang digunakan komunikatif</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Pesan yang terkandung dalam <i>Virtual Laboratory</i></p>				✓

	<p>tersampaikan dengan baik dan efektif, penggunaan kalimat yang rasional, dan tata tulisan didasari oleh kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>9. Desain tulisan, gambar, dan animasi mudah dipahami oleh siswa</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Tulisan, gambar, dan animasi dirancang dengan penuh artistik, memvisualisasikan suatu objek dengan wujud yang nyata, visualisasi objek dikemas secara menarik, komprehensif,</p>			✓	

	<p>dan menyesuaikan dengan karakteristik siswa</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>			✓	
	<p>10. Kemudahan navigasi dalam pengoperasian media</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Disertai tombol/petunjuk untuk mengoperasikan media yang memungkinkan peserta didik dapat belajar mandiri, menu navigasi dapat mempermudah dalam mengoperasikan media, adanya menu navigasi pada tiap-tiap langkah kerja praktikum</p>			✓	

	<p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>11. Gambar dan ilustrasi bersifat fungsional</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Gambar dan ilustrasi dalam <i>Virtual Laboratory</i> mengandung pesan atau informasi yang dapat dipahami oleh siswa, gambar dan ilustrasi memenuhi tujuan pembelajaran, menggunakan gambar dan ilustrasi yang jelas dan menarik, gambar dan ilustrasi dapat dengan mudah dioperasikan oleh siswa</p>				✓

	<p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
<p>C. Fungsi Keseluruhan <i>Virtual Laboratory</i></p>	<p>12. Aktivitas belajar siswa secara kontekstual</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: <i>Virtual Laboratory</i> dapat mendukung indikator pembelajaran kontekstual: <i>constructivism</i> (konstruktivisme), <i>inquiry</i> (menemukan), <i>questioning</i> (bertanya), <i>learning community</i> (masyarakat pembelajar), <i>modeling</i> (pemodelan), <i>reflection</i> (refleksi), <i>authentic assesment</i></p>			✓	

	<p>(penilaian autentik)</p> <p>b. Skor 3: Hanya 4 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>13. Interaksi siswa dengan sumber belajar</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Adanya Tinjauan Pustaka dalam <i>Virtual Laboratory</i>, siswa dimotivasi untuk membaca berbagai literatur yang relevan dengan topik praktikum, siswa diarahkan untuk mengeksplorasi kemampuan dengan menyajikan laporan praktikum dan menjawab pertanyaan</p>			✓	

	<p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>							
	<p>14. Mendorong rasa ingin tahu siswa</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Memotivasi siswa untuk mengeksplorasi kemampuan ilmiah melalui fokus kegiatan praktikum, menstimulus siswa untuk mengajukan pertanyaan terkait dengan hasil percobaan, membawa siswa pada keadaan disposisional untuk melakukan eksplorasi dan absorpsi pengetahuan</p>					✓		

	<p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>15. Menyajikan manfaat dan pentingnya materi bagi kehidupan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Memaparkan materi yang bersifat aplikatif dan fungsional, materi yang disajikan berdasarkan atas prinsip kontekstual dan konseptual</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang</p>		✓		

	<p>terpenuhi</p> <p>d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi</p>				
	<p>16. Menciptakan suasana belajar yang kondusif dan menyenangkan</p> <p><i>Kriteria Penilaian:</i></p> <p>a. Skor 4: Memotivasi siswa untuk belajar secara mandiri (<i>student centered</i>), kegiatan praktikum didasarkan pada indikator dan tujuan pembelajaran yang jelas, mengoptimalkan dan mengembangkan keilmuan siswa melalui aktivitas fisik dan mental dalam ranah <i>Virtual</i>.</p> <p>b. Skor 3: Hanya 2 aspek dari indikator skor pertama yang terpenuhi</p> <p>c. Skor 2: Hanya 1 aspek dari indikator skor pertama yang</p>				✓

	terpenuhi				
d. Skor 1: Tidak ada aspek dari skor pertama yang terpenuhi					

Catatan Validator:

PENGUNYAN APLIKASI VIRTUAL LABORATORY
DALAM PEMB. BIOLOGI KHUSUSNYA MATEM
PEKNOLOGI SANGAT BAIK DAN SESUAI
DENGAN KONDISI PEMB. YANG TERJADI PADA
SAAT INI. JAUH PEMBELAJARAN DARING,
SEHINGGA AKAN DAPAT MENINGKATKAN
KEMAMPUAN ASPEK KETRAMPILAN AABJ PD.

Kesimpulan Umum:

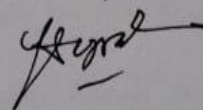
Berdasarkan penilaian di atas, maka *Virtual Laboratory* ini dinyatakan:

- (a) Layak untuk diuji coba pada pembelajaran tanpa revisi
- b. Layak untuk diuji coba pada pembelajaran dengan revisi
- c. Tidak layak untuk diuji coba pada pembelajaran

(Sumber: Fahmi, 2013; Poerwanti, 2013; Adi, 2016; Mutamimah, 2016; Karim, 2017; Surahman, 2017; Raharja, 2018; Wibowo, 2018; Puspita, 2019; Tobing, 2020; Fitri, 2020)

Medan, 17 MARET 2021

Validator



Supraba Ika Sari, M.Pd
NIP. 197907052008012006

Lampiran 13

**HASIL PENGISIAN KUESIONER RESPON SISWA
TERHADAP PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY***

No.	Aspek Pertanyaan	Perolehan Jawaban “Sangat Setuju”	Perolehan Jawaban “Setuju”	Perolehan Jawaban “Kurang Setuju”	Perolehan Jawaban “Tidak Setuju”
1.	Ketertarikan siswa mempelajari Kultur Jaringan Tumbuhan menggunakan <i>Virtual Laboratory</i>	31 orang (43,1 %)	37 orang (51,4 %)	4 orang (5,6 %)	-
2.	Ketertarikan siswa melihat tampilan gambar dan animasi <i>Virtual Laboratory</i>	28 orang (38,9 %)	43 orang (59,7 %)	-	1 orang (1,4 %)
3.	Kemudahan pengoperasian <i>Virtual Laboratory</i>	17 orang (23,6 %)	44 orang (61,1 %)	11 orang (15,3 %)	-
4.	Kesesuaian <i>Virtual Laboratory</i>	16 orang (22,2 %)	50 orang (69,4 %)	6 orang (8,3 %)	-

No.	Aspek Pertanyaan	Perolehan Jawaban “Sangat Setuju”	Perolehan Jawaban “Setuju”	Perolehan Jawaban “Kurang Setuju”	Perolehan Jawaban “Tidak Setuju”
	dengan tujuan pembelajaran				
5.	Peran <i>Virtual Laboratory</i> dalam meningkatkan pemahaman siswa	27 orang (37,5 %)	39 orang (54,2 %)	6 orang (8,3 %)	-
6.	Peningkatan motivasi siswa menggunakan <i>Virtual Laboratory</i> terintegrasi nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal	23 orang (31,9 %)	45 orang (62,5 %)	3 orang (4,2 %)	1 orang (1,4 %)
7.	Kemudahan membaca teks dalam <i>Virtual Laboratory</i>	18 orang (25 %)	48 orang (66,7 %)	6 orang (8,3 %)	-
8.	Pemahaman materi Kultur Jaringan Tumbuhan terintegrasi	18 orang (25 %)	49 orang (68,1 %)	5 orang (6,9 %)	-

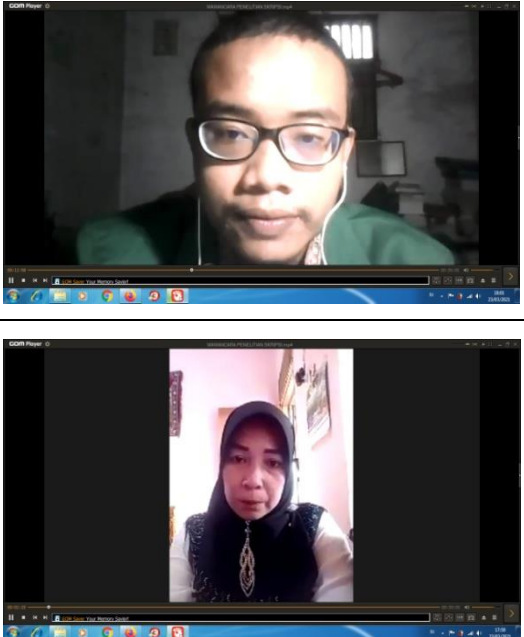

No.	Aspek Pertanyaan	Perolehan Jawaban “Sangat Setuju”	Perolehan Jawaban “Setuju”	Perolehan Jawaban “Kurang Setuju”	Perolehan Jawaban “Tidak Setuju”
	nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal				
9.	Peran suara atau musik dalam menambah daya tarik siswa terhadap <i>Virtual Laboratory</i>	17 orang (23,6 %)	50 orang (69,4 %)	5 orang (6,9 %)	-
10.	Kejelasan bahasa dalam <i>Virtual Laboratory</i>	18 orang (25 %)	50 orang (69,4 %)	4 orang (5,6 %)	-
11.	Ketertarikan siswa terhadap <i>Virtual Laboratory</i> terintegrasi nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal	18 orang (25 %)	50 orang (69,4 %)	4 orang (5,6 %)	-
12.	Kemandirian siswa dalam mempelajari Kultur Jaringan Tumbuhan	14 orang (19,4 %)	50 orang (69,4 %)	8 orang (11,1 %)	-

No.	Aspek Pertanyaan	Perolehan Jawaban “Sangat Setuju”	Perolehan Jawaban “Setuju”	Perolehan Jawaban “Kurang Setuju”	Perolehan Jawaban “Tidak Setuju”
	menggunakan <i>Virtual Laboratory</i>				
13.	Motivasi siswa dalam mempelajari Kultur Jaringan Tumbuhan menggunakan <i>Virtual Laboratory</i>	14 orang (19,4 %)	50 orang (69,4 %)	8 orang (11,1 %)	-
14.	Kemandirian siswa dalam memainkan animasi <i>Virtual Laboratory</i>	19 orang (26,4 %)	39 orang (54,2 %)	14 orang (19,4 %)	-
15.	Keefektifan kegiatan praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan menggunakan <i>Virtual Laboratory</i>	15 orang (20,8 %)	48 orang (66,7 %)	9 orang (12,5 %)	-
16.	Daya tarik siswa dalam	20 orang (27,8 %)	44 orang (61,1 %)	8 orang (11,1 %)	-

No.	Aspek Pertanyaan	Perolehan Jawaban “Sangat Setuju”	Perolehan Jawaban “Setuju”	Perolehan Jawaban “Kurang Setuju”	Perolehan Jawaban “Tidak Setuju”
	mempelajari kegiatan praktikum menggunakan <i>Virtual Laboratory</i>				
Rata-rata		19,56 ~ 20 orang 27,16 %	46 orang (63,88 %)	6,31 ~ 6 orang (8,76 %)	0,12 ~ 0 orang (0,17 %)

Lampiran 14

DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN

No.	Nama Kegiatan	Bukti Dokumentasi
1.	Wawancara dengan Guru Biologi	 <p>The screenshot shows a Zoom meeting with two participants. The top window shows a male teacher with glasses and a green shirt. The bottom window shows a female student wearing a black hijab and a white top. Both windows include a Zoom control bar at the bottom.</p>
2.	Pengenalan <i>Virtual Laboratory</i> pada Siswa	 <p>The screenshot shows a virtual laboratory interface. The top part features a title 'Praktikum Kultur Jaringan sintesis sistem lokal dan Nilai-nilai Islam' with a small video inset of the teacher. Below the title are three green hexagonal icons. The bottom part shows a slide titled 'STERILISASI ALAT' with an image of a laboratory setup and a text box that says 'Masukkan alat ke dalam untuk disterilisasi'.</p>

SURAT IZIN RISET SKRIPSI

<https://siselma.uinsu.ac.id/pengajuan/cetakaktif/MjkzNzM=>



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate 20371
Telp. (061) 6615683-6622925 Fax. 6615683

Nomor : B-4943/ITK/ITK.V.3/PP.00.9/03/2021 17 Maret 2021
Lampiran : -
Hal : Izin Riset

Yth. Bapak/Ibu Kepala SMA Negeri II Medan

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan Hormat, diberitahukan bahwa untuk mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) bagi Mahasiswa Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan adalah menyusun Skripsi (Karya Ilmiah), kami tugaskan mahasiswa:

Nama : Adi Hartono
NIM : 0310171025
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 23 April 1999
Program Studi : Pendidikan Biologi
Semester : VIII (Delapan)
Alamat : JL BALAI DESA GG FAMILI NO.3 Kelurahan BANDAR KHALIPAH
Kecamatan PERCUT SEI TUAN

untuk hal dimaksud kami mohon memberikan Izin dan bantuannya terhadap pelaksanaan Riset di Jalan Pertiwi No. 93 Medan, Desa/Kelurahan Bantan, Kecamatan Medan Tembung, Kode Pos 20224, guna memperoleh informasi/keterangan dan data-data yang berhubungan dengan Skripsi (Karya Ilmiah) yang berjudul:

PENGEMBANGAN VIRTUAL LABORATORY PADA MATERI BIOTEKNOLOGI POKOK BAHASAN KULTUR JARINGAN TERINTEGRASI NILAI-NILAI ISLAM DAN POTENSI LOKAL DI SMA NEGERI II MEDAN

Demikian kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Medan, 17 Maret 2021
a.n DEKAN
Ketua Prodi Tadris Biologi



Digitally Signed

INDAYANA FEBRIANI TANJUNG, M.Pd.
NIP. 198402232015032003


Terselamatkan:

Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sumatera Utara Medan

19/03/2021 8:16

Lampiran 16

SURAT BALASAN RISET SKRIPSI

**PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA UTARA
DINAS PENDIDIKAN
SMA NEGERI 11 MEDAN**
Jl. Pertiwi No. 93 Telepon : (061) 7382448 Medan Tembung 20224
Email : smanmedan11@yahoo.com Website : sman11medan.sch.id

SURAT KETERANGAN
Nomor : 070/ 768.SMAN 11/2021


Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Emi Desmawati S.Pd
NIP : 19801208 200604 2 003
Pangkat/Gol.Ruang : Penata Tk.I, III/d
Jabatan : Plt Kepala Sekolah
Unit Kerja : SMA Negeri 11 Medan

Dengan Ini kami memberi izin Riset kepada :

Nama : Adi Hartono
NIM : 0310171025
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Jurusan : Tadris Biologi
Program Studi : Pendidikan Biologi
Judul Riset : Pengembangan Virtual Laboratory Pada Materi Bioteknologi Pokok Bahasan
Kultur Jaringan Terintegrasi Nilai-nilai Islam dan Potensi Lokal di SMA
Negeri 11 Medan
Tempat Riset : SMA Negeri 11 Medan

Benar telah melaksanakan Riset di SMA Negeri 11 Medan pada Tanggal 11 s/d 16 Maret 2021. Sesuai dengan surat Permohonan Izin Riset dari Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dengan Nomor: B-4943/ITK/ITK,V.3/PP.9/03/2021, tanggal 17 Maret 2012
Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Medan, 19 Maret 2021
Plt Kepala SMA Negeri 11 Medan

Emi Desmawati S.Pd
Nip. 19801208 200604 2 003

