

**PENGEMBANGAN MEDIA PRAKTIKUM VIRTUAL
BERBASIS ANDROID MATERI STRUKTUR
TUMBUHAN UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS
PESERTA DIDIK KELAS XI
TINGKAT SMA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Biologi



Pembimbing I : Supriyadi, M.Pd

Pembimbing II : Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1443 H / 2022 M**

**PENGEMBANGAN MEDIA PRAKTIKUM VIRTUAL
BERBASIS ANDROID MATERI STRUKTUR
TUMBUHAN UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS
PESERTA DIDIK KELAS XI
TINGKAT SMA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Biologi



**Disusun
Oleh :
Luckyta Mauliana
NPM: 1811060455
Jurusan: Pendidikan Biologi**

Pembimbing I : Supriyadi, M.Pd

Pembimbing II : Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1443 H / 2022 M**

ABSTRAK

**PENGEMBANGAN MEDIA PRAKTIKUM VIRTUAL
BERBASIS *ANDROID* MATERI STRUKTUR
TUMBUHAN UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS
PESERTA DIDIK KELAS XI
TINGKAT SMA**

Oleh
LUCKYTA MAULIANA

Penelitian pengembangan media bertujuan untuk mengembangkan media praktikum virtual berbasis android yang dapat diketahui melalui keefektifan serta kelayakan media dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini berjenis *Research and Development* (R&D) yang mengadopsi teori pengembangan dari Borg and Gall yaitu 9 tahapan. Instrumen yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini yaitu angket validasi para ahli (ahli media, ahli bahasa dan ahli materi), angket tanggapan peserta didik dan soal kemampuan berpikir kritis serta dokumentasi. Hasil kelayakan media dari penelitian yang dilakukan yaitu dengan persentase rata-rata ahli media sebesar 91,66% dengan kriteria “sangat layak”, persentase rata-rata ahli materi sebesar 81,25% ber kriteria “sangat layak” dan persentase rata-rata ahli bahasa sebesar 91,40% dengan kriteria “sangat layak”. Untuk keefektifan media, berdasarkan hasil penelitian didapatkan t_{hitung} sebesar 3,71 dan t_{tabel} sebesar 2,00 yang berarti H_1 diterima dan H_0 ditolak. Dapat dilihat juga pada nilai N-Gain yang mana kelas eksperimen mendapatkan nilai sebesar 0,63 sedangkan kelas kontrol mendapatkan nilai N-Gain sebesar 0,25, hal ini menunjukkan bahwa media praktikum virtual berbasis android yang diterapkan lebih efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

**Kata Kunci : Android, Biologi, Kemampuan Berpikir Kritis,
Media Praktikum Virtual**



**KEMENTERIAN AGAMA
UIN RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul : **“PENGEMBANGAN MEDIA PRAKTIKUM
VIRTUAL BERBASIS ANDROID MATERI
STRUKTUR TUMBUHAN UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR
KRITIS PESERTA DIDIK KELAS XI
TINGKAT SMA”**

Nama : Luckyta Mauliana
NPM : 1811060455
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosahkan dan dipertahankan dalam sidang Munaqosah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Supriyadi, M.Pd
NIP. 1987122201503 1005

Pembimbing II

Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd
NIP. -

Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 197505142008011009



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
PRODI PENDIDIKAN BIOLOGI**

Alamat : H. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung 35131 Telp. (0721)
703260 Fax 780422

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pengembangan Media Praktikum Virtual Berbasis Android Materi Struktur Tumbuhan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI Tingkat SMA” Disusun oleh : Luckyta Mauliana, NPM : 1811060455, Prodi : Pendidikan Biologi, telah diujikan dalam sidang Munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal : Rabu, 27 Juli 2022.

TIM MUNAQASYAH

Ketua Sidang : Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd (.....)

Sekretaris : Ade Lenty Hoya, S.Pd., M. Ling (.....)

Penguji Utama : Laila Puspita, M.Pd (.....)

Penguji Pendamping I : Supriyadi, M.Pd (.....)

Penguji Pendamping II : Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd (.....)

Mengatahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Prof. Dr. H. Nirva Diana, M.Pd

NIP. 9640828198832002

MOTTO

فَتَعَلَى اللَّهِ الْمَلِكُ الْحَقُّ ۖ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ مِنْ قَبْلِ أَنْ يُقْضَىٰ إِلَيْكَ
وَحْيُهُ ۗ ۚ وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا ۝ ١١٤

Artinya : Mahatinggi Allah, Raja yang sebenar-benarnya. Janganlah engkau (Nabi Muhammad) tergesa-gesa (membaca) Al-Qur'an sebelum selesai pewayhuannya kepadamu⁴⁸³ dan katakanlah, “Ya Tuhanku, tambahkanlah ilmu kepadaku.” (QS. Thaha: 144)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamiin, syukur kupanjatkan atas keberkahan dan rahmat yang diberikan oleh Allah SWT dalam pengerjaan skripsi ini sampai dengan selesai, atas kelancaran yang diberikan serta kemudahan setiap langkahku. Dengan penuh haru diiringi dengan bahagia serta rasa bangga, kupersembahkan skripsiku ini kepada:

1. Keluargaku tercinta Bapak Lukman dan Ibu Umihani yang selalu mendoakanku yang tak pernah lelah terus berjuang untukku. Kakakku Agus Saputra yang mendukungku untuk menyelesaikan pendidikan S1 baik berbentuk moril dan materi. Kakakku Fifi Septiani yang selalu memotivasiku dan penyemangatku dalam menjalani segala hal dalam hidup. Serta kakak iparku Ahmad Rifai dan keponakanku yang menjadi penghiburku Raden Rifki Alfarizi.
2. Almamater tercinta UIN Raden Intan Lampung.



RIWAYAT HIDUP



Luckyta Mauliana lahir di Kecamatan Panjang pada 04 Juni 2001 yakni anak ketiga dari Bapak Lukman dan Ibu Umihani serta memiliki 2 kakak kandung yaitu Agus Saputra dan Fifi Septiani. Penulis menempuh bangku pendidikan pertama yaitu Raudhatul Athfal Mutiara Panjang, kota Bandar Lampung tahun 2005-2006. Selanjutnya memasuki Madrasah Ibtidaiyah

Masyariqul Anwar Panjang pada tahun 2006-2012, lalu ke jenjang Sekolah Menengah Pertama Negeri 16 Bandar Lampung tahun 2012-2015 dan melanjutkan Sekolah Menengah Akhir Negeri 6 Bandar Lampung pada tahun 2015-2018.

Penulis pada tahun 2018 melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung melalui jalur UM-PTKIN. Tahun 2021 penulis melakukan kegiatan KKN-DR (Kuliah Kerja Nyata Dari Rumah) di kelurahan Panjang Utara Kecamatan Panjang kota Bandar Lampung yang diadakan oleh kampus. Serta penulis pada tahun yang sama melakukan kegiatan PPL (Praktik Pengalaman Lapangan) di SMA Negeri 16 Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberkahi ilmu pengetahuan, kesehatan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal yang berjudul “*Pengembangan Media Praktikum Virtual Berbasis Android Materi Struktur Tumbuhan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI Tingkat SMA*”. Sholawat serta salam tak lupa juga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Penulisan proposal ini sebagai tahapan awal menyelesaikan skripsi, yakni untuk menyelesaikan program Strata 1 (S1) di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Semoga proposal penelitian ini dapat bermanfaat.

Penulisan skripsi ini banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak terutama dosen pembimbing skripsi, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung yakni Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd.
2. Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung yaitu Bapak Dr. Eko Kuswanto, M.Si.
3. Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan serta sabar dalam membimbing skripsi ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik yaitu Ibu Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd.
4. Pembimbing skripsi pertama saya Bapak Supriyadi, M.Pd
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi yang memberikan penulis banyak ilmu selama menjadi mahasiswa.
6. Kepala Sekolah, Guru serta Staf TU SMA Negeri 6 Bandar Lampung yang telah banyak membantu dalam penelitian skripsi ini.

7. Sahabat seperjuanganku Mifta Arifiana, Cintia Puspa Arum, Erni Oktavia, Kalsum dan Ladies Ardy Dihan yang selalu menemaniku, membantuku dan mendukungku dari awal perkuliahan.
8. Kelas Pendidikan Biologi G angkatan 2018 tercinta.
9. Teman Seperjuangan Bimbingan Ibu Nukhbatul Bidayati Haka angkatan 2018 yaitu Mailinda Suri yang selalu membantu dan berjuang bersamaku dan Desta Suci Ramadhani yang tak pernah lelah menjawab setiap pertanyaanku.
10. Sahabatku sejak kecil Nabila Bahali dan Else Adelia yang selalu menyemangati, membantu dan menghiburku.
11. Sahabat Putih Abuku ESP Team, Husnul Khotimah yang menemaniku saat melakukan penelitian skripsi ini, Oriza Dwi Ananda, Rizki Wahyuni, Mayola Prantica, Sunenah, Febriani Safitri, Nikomang Rada dan Misnawati yang selalu ada untukku.
12. Imaniar Dwi Lestari yang menemaniku saat melakukan kegiatan prapenelitian dalam skripsi ini.



Bandar Lampung, 1 Juli 2022

Penulis

Luckyta Mauliana

NPM. 1811060455

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
MOTTO	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	
DAFTAR GAMBAR.....	

BAB I PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul.....	1
B. Latar Belakang Masalah.....	3
C. Identifikasi dan Batasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah.....	10
E. Tujuan Pengembangan	10
F. Manfaat Pengembangan	11
G. Kajian Penelitian Terdahulu Yang Relevan	12
H. Sistematika Penulisan	19

BAB II Landasan Teoritik

A. Deskripsi Teoritik	
1. Media Pembelajaran	21
2. Praktikum Virtual	27
3. <i>Android</i>	29
4. Berpikir Kritis.....	31
5. Kajian Materi Struktur Tumbuhan	32
B. Teori-Teori Tentang Pengembangan Model	
1. Borg and Gall	42
2. Robert Maribe Branch.....	44
3. Thiagarajan	45
4. Richey and Klein.....	46
5. Sugiyono	47

C. Kerangka Berpikir.....	49
---------------------------	----

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian Pengembangan	59
B. Desain Penelitian Pengembangan	59
C. Prosedur Penelitian Pengembangan	62
D. Spesifikasi Produk Yang Akan Dikembangkan	66
E. Subjek Uji Coba Penelitian	66
F. Instrumen Penelitian	
1. Angket Validasi Ahli Media	69
2. Angket Validasi Ahli Materi	71
3. Angket Validasi Ahli Bahasa	72
4. Angket Tanggapan Peserta Didik.....	74
5. Soal Essay Kemampuan Berpikir Kritis	75
6. Dokumentasi	76
G. Uji Coba Produk	
1. Uji Coba Instrumen Penelitian.....	76
2. Uji Coba Produk.....	80
H. Teknik Analisis Data	
1. Angket Validasi	81
2. Angket Tanggapan Peserta Didik.....	82
3. Soal Berpikir Kritis Peserta Didik	83

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian Pengembangan	
1. Pencarian dan Pengumpulan Informasi	86
2. Perencanaan	88
3. Pengembangan Bentuk Awal Produk	88
4. Uji Coba Lapangan Awal.....	95
5. Revisi Produk Uji Coba Awal	154
6. Uji Coba Lapangan Utama/Skala Kecil.....	164
7. Revisi Produk Operasional.....	165
8. Uji Coba Pemakaian/Skala Besar	165
9. Revisi Produk.....	173

B. Deskripsi dan Analisis Data Hasil Uji Coba	173
C. Kajian Produk Akhir.....	178
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	
A. Kesimpulan	186
B. Rekomendasi	187
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Instrumen Prapenelitian Kemampuan Berpikir Kritis di Kelas XI SMA N 6 Bandar Lampung Berdasarkan Jawaban dari Soal Materi Struktur Tumbuhan	3
Tabel 2.1 Versi-Versi <i>Android</i>	20
Tabel 2.2 Kajian Kurikulum 2013 Pada Materi Struktur Tumbuhan.....	24
Tabel 2.3 Uraian Materi Struktur Tumbuhan.....	26
Tabel 2.4 <i>Story Board</i>	29
Tabel 3.1 Kriteria Untuk Penilaian Kualitas Media Pembelajaran Menurut Walker dan Hess	33
Tabel 3.2 Instrumen Penelitian Yang Digunakan	35
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Angket Validasi Ahli Media.....	36
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Angket Validasi Ahli Materi	37
Tabel 3.5 Kisi-Kisi Angket Validasi Ahli Bahasa	39
Tabel 3.6 Kisi-Kisi Angket Tanggapan Peserta Didik.....	40
Tabel 3.7 Kisi-Kisi Instrumen Soal Essay Berpikir Kritis	42
Tabel 3.8 Kriteria Realibilitas	43
Tabel 3.9 Kriteria Kesukaran.....	44
Tabel 3.10 Skala Likert Angket Validasi Ahli Media, Materi Dan Bahasa	45
Tabel 3.11 Kriteria Kelayakan Angket Validasi Ahli Media, Materi Dan Bahasa	48
Tabel 3.12 Skala Likert Angket Tanggapan Peserta Didik	49
Tabel 3.13 Kriteria Kelayakan Angket Tanggapan Peserta Didik	50
Tabel 3.14 Kategori Nilai N-Gain	51
Tabel 3.15 Kategori Efektivitas N-Gain	53
Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Media Tahap 1 (Sebelum Revisi).....	96
Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Media	

Tahap 2 (Sesudah Revisi).....	105
Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Materi	
Tahap 1 (Sebelum Revisi).....	115
Tabel 4.4 Hasil Validasi Ahli Materi	
Tahap 2 (Sesudah Revisi).....	129
Tabel 4.5 Hasil Validasi Ahli Bahasa	
Tahap 1 (Sebelum Revisi).....	142
Tabel 4.6 Hasil Validasi Ahli Bahasa	
Tahap 2 (Sesudah Revisi).....	148
Tabel 4.7 Hasil Revisi Produk Dari Ahli Media.....	155
Tabel 4.8 Hasil Revisi Produk Dari Ahli Materi	160
Tabel 4.9 Hasil Revisi Produk Dari Ahli Bahasa.....	162
Tabel 4.10 Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik	
Uji Coba Skala Kecil.....	164
Tabel 4.11 Hasil N-Gain	166
Tabel 4.12 Hasil Persentase Kategori N-Gain	168
Tabel 4.13 Hasil Uji Normalitas Kelas Eksperimen	169
Tabel 4.14 Hasil Uji Normalitas Kelas Kontrol.....	170
Tabel 4.15 Hasil Uji Homogenitas	170
Tabel 4.16 Hasil Uji Hipotesis	171
Tabel 4.17 Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik	
Uji Coba Skala Besar	172

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan Meristem	36
Gambar 2.2 Epidermis.....	37
Gambar 2.3 Parenkim.....	37
Gambar 2.4 Kolenkim Dan Sklerenkim	38
Gambar 2.5 Floem Dan Xilem	38
Gambar 2.6 Anatomi Batang Dikotil Dan Monokotil.....	39
Gambar 2.7 Anatomi Akar Dikotil Dan Monokotil	40
Gambar 2.8 Anatomi Daun Dikotil Dan Monokotil	40
Gambar 2.9 Bagan Kerangka Berpikir	50
Gambar 2.10 Bagan Langkah-Langkah Penelitian	51
Gambar 2.11 Tampilan Halaman Utama Storyboard.....	51
Gambar 2.12 Tampilan Halaman Menu Utama Pada Storyboard	52
Gambar 2.12 Tampilan Halaman KD dan Indikator Pada Storyboard	53
Gambar 2.13 Tampilan Halaman Pilihan Materi Pada Storyboard.....	53
Gambar 2.14 Tampilan Halaman Petunjuk Praktikum Virtual Pada Storyboard	54
Gambar 2.15 Tampilan Halaman Praktikum Virtual Pada Storyboard	54
Gambar 2.16 Tampilan Halaman Hasil Pengamatan Batang Jagung Pada Storyboard	55
Gambar 2.17 Tampilan Halaman Hasil Pengamatan Daun Bayam Pada Storyboard	56
Gambar 2.18 Tampilan Halaman Hasil Pengamatan Akar Jagung Pada Storyboard	56
Gambar 2.19 Tampilan Halaman Kolom Identitas Peserta Didik Pada Storyboard	58
Gambar 2.20 Tampilan Halaman Evaluasi Pada Storyboard	58
Gambar 3.1 Bagan Langkah –Langkah Penelitian	

Borg and Gall	61
Gambar 3.2 Bagan Langkah – Langkah Penelitian.....	65
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Utama Media Praktikum Virtual Berbasis Android.....	89
Gambar 4.2 Tampilan Halaman Menu Utama Media Praktikum Virtual Berbasis Android	90
Gambar 4.3 Tampilan Halaman Kompetensi Dasar (KD) Media Praktikum Virtual Berbasis Android	91
Gambar 4.4 Tampilan Halaman Materi Media Praktikum Virtual Berbasis Android	192
Gambar 4.5 Tampilan Halaman Petunjuk Praktikum Virtual Pada Media Praktikum Virtual Berbasis Android.....	92
Gambar 4.6 Tampilan Halaman Pilihan Pengamatan Media Praktikum Virtual Berbasis Android	93
Gambar 4.7 Tampilan Halaman Praktikum Virtual Pada Media Praktikum Virtual Berbasis Android	94



BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Mengacu pada judul penelitian yakni mengenai “Pengembangan Media Praktikum Virtual Berbasis Android Materi Struktur Tumbuhan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI Tingkat SMA”, agar tidak simpang siur maka peneliti akan menjelaskan maksud dari judul penelitian ini berdasarkan kata kunci judul. Penelitian ini terfokus pada pengembangan multimedia interaktif dalam pembelajaran yaitu berupa aplikasi untuk praktikum yang bisa dilakukan secara virtual berbasis *android* atau dapat digunakan pada *smartphone*, yang diharapkan akan berdampak pada kemampuan berpikir kritis peserta didik. Berikut penegasan judul berdasarkan arti kata yaitu sebagai berikut:

1. Media yang dimaksud pada penelitian ini yaitu media untuk pembelajaran, media pembelajaran sangat dibutuhkan peserta didik untuk menunjang pemahaman peserta didik dalam materi yang disampaikan oleh pendidik, yaitu berupa alat bantu yang dipakai saat KBM (kegiatan belajar mengajar) untuk memperjelas komunikasi antara peserta didik dan pendidik dalam materi pembelajaran agar diterima dengan baik oleh peserta didik.¹ Media pembelajaran dapat berupa audio, visual, audio visual maupun multimedia interaktif, contohnya seperti kaset, patung maupun video dan game. Penelitian pengembangan ini menuju pada media pembelajaran interaktif, pemakaian multimedia interaktif dalam pembelajaran akan menciptakan suasana menjadi lebih menarik sehingga peserta didik akan lebih termotivasi untuk memperhatikan materi yang disampaikan pendidik.²

¹ Fahrur Rozi and Khalimatul Khomsatun, “Rancang Bangun Game Edukasi Pengenalan Warna Untuk Pendidikan Anak Usia Dini Menggunakan Adobe Flash Berbasis Android,” *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)* 4, no. 1 (2019): 14, <https://doi.org/10.29100/jupi.v4i1.781>.

² Risqi Irvani Wulandari, Harlita Harlita, and Nurmiyati Nurmiyati, “Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Berbasis Discovery

2. Menurut Risqi dalam jurnalnya “Proses ilmiah dalam pembelajaran biologi dapat dilaksanakan melalui kegiatan praktikum”.³ Praktikum yaitu kegiatan untuk mengetahui secara langsung dan memahami masalah yang terjadi, lalu menguraikannya secara tersusun, membuat solusi cara menyelesaikannya untuk dibawa ke laboratorium yang akan ditelaah dan diulas.⁴ Sedangkan, praktikum virtual merupakan serangkaian kegiatan praktikum yang dilaksanakan di laboratorium maya yang menyerupai keadaan sesungguhnya.⁵
3. Menurut Fahrur “*Android* adalah sistem operasi menggunakan *Linux* yang dirancang untuk perangkat seluler seperti telepon pintar (*smartphone*) dan komputer tablet”.⁶
4. Dalam proses belajar mengajar pendidik akan menyampaikan materi atau bahan ajar yang harus dikuasai oleh peserta didik. Salah satu materi dalam Biologi yang ditunjang dengan praktikum yaitu struktur tumbuhan. Materi struktur tumbuhan adalah materi yang berisi tentang bagaimana kaitan antara fungsi bagian dari tumbuhan dengan sel dan jaringan pada tumbuhan.⁷
5. Untuk menguasai materi tersebut dan hasil belajar agar dapat menjadi sumber daya manusia yang unggul yaitu dengan mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Berpikir kritis adalah berpikir tingkat tinggi meliputi kemampuan menyelidiki, menganalisis dan berpendapat secara logika atau masuk akal.⁸

Learning Materi Sistem Imun Kelas XI MIPA,” *Media Penelitian Pendidikan : Jurnal Penelitian Dalam Bidang Pendidikan Dan Pengajaran* 14, no. 1 (June 25, 2020): 61–70, <https://doi.org/10.26877/mpp.v14i1.5640>.

³ Ibid, 61-62.

⁴ Dina Liana and Nova Adi Kurniawan, “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk Siswa Sma,” *Pedagogi Hayati* 2, no. 2 (2018): 7, <https://doi.org/10.31629/ph.v2i2.834>.

⁵ Ibid, 7–11.

⁶ Rozi and Khomsatun, “Rancang Bangun Game Edukasi Pengenalan Warna Untuk Pendidikan Anak Usia Dini Menggunakan Adobe Flash Berbasis Android,” 14.

⁷ Estiti B Hidayat, *Anatomi Tumbuhan Berbi/ji* (Bandung: ITB, 1995), 3.

⁸ Danty Kusmianty, Bayu Widiyanto, and Mobinta Kusuma, “Efektivitas Model Pembelajaran Sets Metode Praktikum Pada Materi Pemanasan Global Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis,” *Cakrawala: Jurnal Pendidikan* 14, no. 1 (2020): 42.

Maka dari itu, peneliti mengembangkan media pembelajaran multimedia interaktif untuk praktikum yang dapat dilakukan secara virtual atau tidak langsung dengan memanfaatkan teknologi yaitu yang dapat diakses pada perangkat *smartphone* yang berlayanan *android* guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi struktur tumbuhan.

B. Latar Belakang Masalah

Pendidikan yaitu suatu kegiatan membina, mendidik, mengawasi, mengendalikan, memengaruhi dalam ilmu pengetahuan oleh pendidik.⁹ Dalam pembelajaran Biologi tidak hanya mengenai hapalan dan konsep saja, tetapi mencakup keterampilan proses, sikap ilmiah dan praktek. Pada proses pembelajarannya pendidik harus memilih strategi dan media yang tepat dalam menyampaikan materi Biologi. Belajar merupakan perubahan yang terjadi karena diberikan suatu masukan yang nantinya akan menimbulkan respon.¹⁰ Pendidik yang tidak kreatif dalam memilih strategi dan media pembelajaran akan berdampak kepada peserta didik, sehingga peserta didik tidak bisa mengintegrasikan materi pendidikan kedalam kehidupan sehari-hari, namun dengan media dalam pembelajaran dapat mempermudah berlangsungnya penyampaian materi.¹¹ Media pembelajaran yaitu sebagai alat yang digunakan pendidik untuk membantu penyampaian informasi/materi pembelajaran kepada peserta didik dalam proses kegiatan belajar mengajar (KBM), agar dapat memotivasi peserta didik dalam memahami konsep materi pembelajaran.¹²

Materi Biologi yang perlu pemahaman yakni seperti struktur tumbuhan, tidak hanya itu materi ini juga perlu praktikum yang

⁹ Dwi Susanti et al., "Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Tipe POE Dan Aktivitas Belajar Terhadap Kemampuan Metakognitif," *Jurnal Inovasi Matematika (Inomatika)* 2, no. 2 (2020): 94.

¹⁰ Chairul Anwar, *Teori - Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer*, 2017, 23.

¹¹ Wulan Maya Sari, Riswanto Riswanto, and Partono Partono, "Validitas Mobile Pocket Book Berbasis Android Menggunakan Adobe Flash Pada Materi Suhu Dan Kalor," *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika* 7, no. 1 (2019): 36, <https://doi.org/10.20527/bipf.v7i1.5728>.

¹² Ibid, 36.

bertujuan agar dapat mengintegrasikan antara teori serta prakteknya. Dengan praktikum peserta didik dapat merasakan sendiri pengalaman pada materi dan akan memperdalam pengetahuannya. Praktikum dapat membuat peserta didik menjadi aktif dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik terhadap materi pembelajaran.¹³

Wagner menyatakan bahwa keterampilan dalam hidup yang diperlukan yaitu (1) kemampuan berpikir kritis serta pemecahan masalah, (2) kolaborasi dan kepemimpinan, (3) ketangkasan dan kemampuan beradaptif, (4) inisiatif dan jiwa *entrepreneur*, (5) kemampuan berkomunikasi efektif baik secara oral ataupun tertulis, (6) dapat mengakses dan menganalisis informasi, (7) mempunyai keinginan tahu serta imajinasi. Untuk itu kemampuan berpikir kritis sangat penting dimiliki setiap orang dan dapat dikembangkan melalui pendidikan yang menuntut pendidik untuk bisa mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.¹⁴ Berdasarkan tafsir Kemenag 2019 pada Al – Qur’an surah Al – Mujadalah ayat 11, juga menjelaskan bahwa orang yang berilmu dimuliakan dengan kenaikan derajatnya beberapa tingkat kelak, berikut ayatnya:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ
وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ
دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

Artinya: “Wahai orang-orang beriman, apabila dikatakan kepadamu ‘Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis’, lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Apabila dikatakan, ‘Berdirilah’ (kamu) berdirilah. Allah niscaya akan mengangkat orang-orang yang berilmu beberapa derajat. Allah Maha teliti terhadap apa yang kamu kerjakan”.

¹³ Kusmianty, Widiyanto, and Kusuma, “Efektivitas Model Pembelajaran Sets Metode Praktikum Pada Materi Pemanasan Global Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis,” 43.

¹⁴ Linda Zakiah and Ika Lestari, *Berpikir Kritis Dalam Konteks Pembelajaran*, ed. Erminawati (Bogor: Erzatama Karya Abadi, 2019), 1–2.

bagaimana metode dan media yang tepat untuk melaksanakan praktikum, namun jika dilakukan praktikum *offline* fasilitas laboratorium di sekolah sudah 70% alatnya. Sekalipun dilakukan praktikum *offline* Bapak pengampu pelajaran Biologi berkata “Melaksanakan praktikum dikelas ribet saya khawatir membawa alat – alatnya takut pecah seperti tabung reaksi”, ujar Beliau. Beliau juga mengatakan mengenai gejala yang timbul pada saat pembelajaran , “Dari sistem online ini kita gak ke kontrol, ada juga yang satu kelasnya hanya 75% yang mengisi tugas pun demikian, jarang tercapai sampai 80%, 60-70% itu sudah bagus, alasannya ada apa ya tidak tahu, apa emang tidak punya hp nya atau kuotanya gak tau”. Untuk hasil belajar pada pelajaran Biologi selama daring di sekolah SMA N 6 Bandar Lampung sangat beragam dikarenakan tidak terkontrolnya peserta didik pada saat ujian.¹⁶

Permasalahan diatas diperkuat dengan data hasil prapenelitian yang dilakukan peneliti di kelas XI MIPA SMA N 6 Bandar Lampung pada tanggal 27 April 2021 tahun ajaran 2020/2021 genap. Data di bawah ini berupa jawaban dari instrumen soal kemampuan berpikir kritis pada materi struktur tumbuhan yang dibagikan kepada peserta didik untuk mengetahui tingkat awal kemampuan berpikir kritis peserta didik. Pada tabel dibawah dapat diketahui bahwa 10% dari jumlah total peserta didik kelas XI MIPA SMA N 6 Bandar Lampung. Data dibawah setelah diambil persentase rata-rata dari kelima aspek berpikir kritis yakni sebesar 36% yang mana rata-rata tersebut pada kategori kemampuan berpikir kritis rendah di kelas XI MIPA SMA N 6 Bandar Lampung tahun ajaran 2020/2021 genap.

Tabel 1. 1 Hasil Instrumen Prapenelitian Kemampuan Berpikir Kritis Materi Struktur Tumbuhan di Kelas XI SMA N 6 Bandar

¹⁶ Wawancara Peneliti dengan Guru Pengampu Pelajaran Biologi dan Peserta Didik Kelas XI, SMA Negeri 6 Bandar Lampung, (Selasa, 27 April 2021), Pukul 09.30 WIB.

Lampung Berdasarkan Jawaban Peserta Didik Per Indikator Berpikir Kritis¹⁷

Indikator Berpikir Kritis	Nomor Soal	Persentase Jawaban	Kategori
Memberikan Penjelasan Sederhana	1	58%	Rendah
Membangun Keterampilan Dasar	2	32%	Rendah
Menyimpulkan	3	50%	Rendah
Memberikan Penjelasan Lanjut	4	69%	Sedang
Mengatur Strategi dan Taktik	5	57%	Rendah
Rata-Rata		53%	Rendah

Untuk mengatasi permasalahan diatas peneliti termotivasi dari surah Al-Baqarah ayat 269, yang berbunyi:

يُؤْتِي الْحِكْمَةَ مَنْ يَشَاءُ وَمَنْ يُؤْتَ الْحِكْمَةَ فَقَدْ أُوتِيَ خَيْرًا كَثِيرًا ۗ وَمَا يَذَّكَّرُ إِلَّا أُولُو الْأَلْبَابِ

Artinya: “Dia (Allah) menganugerahkan hikmah kepada siapa yang dia kehendaki. Siapa yang dianugerahi hikmah, sungguh dia telah dianugerahi kebaikan yang banyak. Tidak ada yang dapat mengambil pelajaran (darinya), kecuali ululalbab.”

Merenungi dari sandaran Ali bin Abi Thalib R.A yang berkata “Janganlah kalian mendidik anak-anak kalian sebagaimana bapak-bapak kalian mendidik kalian, karena mereka (anak kalian) diciptakan bukan di zaman kalian”

¹⁷ Data Hasil Instrumen Prapenelitian Variabel Terikat Kemampuan Berpikir Kritis Kelas XI SMA N 6 Bandar Lampung Tahun Ajaran 2020/2021 Genap.

Maka, peneliti memberikan solusi akan permasalahan diatas dengan mengembangkan media untuk praktikum secara virtual yang dapat di akses pada *smartphone* berlayanan *android* terkhusus pada materi struktur tumbuhan yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kelebihan dari media praktikum virtual berbasis *android* pada materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis ini yaitu dapat mengatasi kekurangan fasilitas laboratorium, mengatasi kendala dalam melaksanakan praktikum selama pembelajaran daring, *portable* dan dapat dijadikan sebagai simulasi sebelum melakukan praktikum riil.¹⁸

Keterbaharuan pada penelitian ini yaitu memanfaatkan kemajuan teknologi di zaman memasuki era sosial 5.0 ini, yang mana kegiatan sosial akan dilakukan dengan teknologi, yakni seperti *smartphone* berlayanan *android* yang beberapa tahun belakangan ini mengalami perkembangan yang begitu pesat dan hampir semua orang memilikinya. Berdasarkan survey Opera tahun 2013 juga, bahwasanya pengguna layanan *android* pada *smartphone* yaitu 10% pada taraf usia 13-17 tahun di negara Indonesia, yang menunjukkan bahwasanya anak di tingkat SMP-SMA adalah pengguna *smartphone*. Berdasarkan telaah jurnal juga belum ada penelitian yang mengembangkan media praktikum virtual untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal ini menguatkan peneliti untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui media pembelajaran praktikum virtual dengan menggunakan *smartphone* berlayanan *android*. Media praktikum virtual berbasis *android* ini dikemas dengan gambar dan fitur yang dapat digerakkan dengan menarik yang membuat peserta didik termotivasi dan fokus untuk mengikuti praktikum sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.¹⁹

¹⁸ Apid Hapid Maksum and Yuliarman Saragih, "Analisis Penerapan Virtual Laboratorium Versus Reality Laboratorium," *Jurnal TIARSIE* 17, no. 2 (2020): 51, <https://doi.org/10.32816/tiarsie.v17i2.72>.

¹⁹ Isna Kholifa, Suswanti Suswanti, and Nuryadi Nuryadi, "Pengembangan Laboratorium Matematika Virtual Dengan Software Appy Pie Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Dan Adaptive E-Learning," *Jurnal Mercumatika : Jurnal*

Oleh karena itu, berdasarkan paparan masalah diatas dari hasil prapenelitian di kelas XI MIPA SMA N 6 Bandar Lampung tahun ajaran 2020/2021 semester genap, peneliti mengatasinya dengan mengembangkan media pembelajaran untuk praktikum virtual berbasis *android* pada materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik di kelas XI MIPA SMA N 6 Bandar Lampung.

C. Identifikasi dan Batasan Masalah

1. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang diatas dapat diidentifikasi masalah-masalah yang ada yaitu sebagai berikut:

- a. Adanya kekhawatiran pendidik dalam melaksanakan praktikum di kelas
- b. Pendidik belum mengetahui bagaimana metode dan media yang tepat untuk praktikum selama pembelajaran daring
- c. Tingkat kemampuan berpikir kritis peserta didik masih pada kategori rendah
- d. Peserta didik kesulitan dalam materi struktur tumbuhan

2. Batasan Masalah

Adapun fokus dari penelitian pengembangan ini yaitu sebagai berikut:

- a. Terfokus pada pengembangan media pembelajaran yaitu aplikasi (*software*) praktikum virtual pada materi struktur tumbuhan yang dapat digunakan dalam *smartphone* yang berlayanan *android*.
- b. Aplikasi praktikum virtual materi struktur tumbuhan yang dibuat untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XI Tingkat SMA.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan batasan masalah diatas, adapun rumusan masalahnya yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimanakah cara pengembangan media pembelajaran berupa praktikum virtual berbasis *android* pada materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada kelas XI IPA di SMA N 6 Bandar Lampung?
2. Bagaimanakah kelayakan penggunaan dari media pembelajaran praktikum virtual berbasis *android* pada materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik kelas XI IPA di SMA N 6 Bandar Lampung?
3. Bagaimanakah keefektifan dari media pembelajaran praktikum virtual berbasis *android* materi struktur tumbuhan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XI IPA di SMA N 6 Bandar Lampung?

E. Tujuan Pengembangan

Adapun tujuan dari penelitian pengembangan ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui cara pengembangan dari media pembelajaran praktikum virtual berbasis *android* pada *smartphone* dalam materi struktur tumbuhan guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik
2. Untuk mengetahui apakah media pembelajaran praktikum virtual berbasis *android* dalam materi struktur tumbuhan guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik layak digunakan dalam kegiatan belajar mengajar.
3. Untuk mengetahui apakah media pembelajaran praktikum virtual berbasis *android* pada materi struktur tumbuhan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

F. Manfaat Pengembangan

Adapun manfaat dari penelitian pengembangan media pembelajaran praktikum virtual ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagi Peserta Didik

Adapun manfaat pengembangan ini bagi peserta didik yaitu sebagai berikut:

- a. Dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis
- b. Membantu mempermudah dalam memahami materi pelajaran
- c. Mempermudah untuk melakukan praktikum dimana saja

2. Bagi Pendidik

Manfaat pengembangan media pembelajaran ini yaitu sebagai berikut:

- a. Mengatasi hambatan dalam pelaksanaan praktikum
- b. Memotivasi pendidik untuk melaksanakan keberagaman metode dan media dalam mengajar.
- c. Memberikan masukan media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar

3. Bagi Sekolah

Bagi sekolah manfaat dari pengembangan media praktikum virtual ini yakni sebagai berikut:

- a. Memotivasi sekolah untuk meningkatkan kualitas sekolahnya dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar
- b. Mengatasi kekurangan fasilitas dalam melaksanakan praktikum

4. Bagi Peneliti

Penelitian pengembangan ini bermanfaat bagi peneliti yaitu sebagai berikut:

- a. Manfaat bagi peneliti yaitu dapat menjadi sebuah pelajaran yang berguna ketika sudah menjadi seorang pendidik.
- b. Menambah ilmu mengenai media pembelajaran terbaru

G. Kajian Penelitian Dahulu yang Relevan

Penelitian pengembangan media pembelajaran praktikum virtual berbasis *android* ini sebelumnya sudah terdapat beberapa penelitian yang mengkaji, yaitu diantaranya sebagai berikut:

1. Pembelajaran Kimia yang dikarang oleh Muchson dkk, tentang “*Pengembangan Virtual Lab Berbasis Android Pada Materi Asam Basa Untuk Siswa SMA*” pada tahun 2019, yang mana penelitiannya membuktikan bahwa persentase kelayakan dari segi fungsi virtual lab pada materi asam basa untuk peserta didik tingkat SMA yaitu 85,44% dan kejelasan konsep dari media pembelajaran ini yaitu persentasenya 67%, bahwasanya media pembelajaran pada materi asam basa ini sangat layak digunakan dalam pembelajaran.²⁰
2. Pada tahun 2018 pula, penelitian oleh Manikowati dan Dody Iskandar yang diterbitkan oleh jurnal Teknologi Pendidikan, berjudul “*Pengembangan Mobile Virtual Laboratorium Untuk Pembelajaran Praktikum Siswa SMA*” menghasilkan pengembangan ini berhasil dan dapat dilakukan dimana saja (*portable*) serta praktis, simple dan lengkap karena terdapat petunjuk didalamnya.²¹
3. Penelitian berjudul “*Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Berbasis Discovery Learning Materi Sistem Imun Kelas XI MIPA*” yang diterbitkan oleh Media Penelitian Pendidikan dengan pengarang Risqi Irvani, Harlita dan Nurmiyati pada tahun 2020, menjelaskan bahwa media

²⁰ M Muchson, Betti Elgavita Winarni, and Dwi Agusningtyas, “Pengembangan Virtual Lab Berbasis Android Pada Materi Asam Basa Untuk Siswa SMA,” *Jurnal Pembelajaran Kimia* 4, no. 1 (2019): 62.

²¹ Manikowati and Dody Iskandar, “Pengembangan Mobile Virtual Laboratorium Untuk Pembelajaran Praktikum Siswa SMA Development of Mobile Virtual Laboratorium for Experimental Learning,” *Jurnal Teknologi Pendidikan* 06, no. 01 (2018): 40.

- pengembangan ini dibuat menggunakan adobe animate CC 2017 dan layak digunakan berdasarkan uji validitas subjeknya.²²
4. Ada pula pada tahun 2019 penelitian oleh Yuyun, Budi dan Riandi yang diterbitkan oleh Jurnal Phenomenon dengan judul “*Penerapan Laboratorium Virtual Elektroforensis Gel dan Polimerase Chain Reaction (PCR) Sebagai Pengganti Praktikum Riil*”, bahwa media ini dapat digunakan sebagai pengganti lab sesungguhnya dan dapat meningkatkan hasil belajar praktikum peserta didik.²³
 5. Jurnal berjudul “*Validasi Mobile Pocket Book Berbasis Android Menggunakan Adobe Flash Pada Materi Suhu Dan Kalor*” yaitu pada tahun 2019 oleh Wulan Maya Sari dkk, dari jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika yang berisi bahwasanya media yang dikembangkan dapat diterima baik oleh peserta didik dan dapat digunakan dalam pembelajaran karena telah melewati 4 kriteria.²⁴
 6. “*Pengembangan Laboratorium Matematika Virtual Dengan Software Appy Pie Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Dan Adaptive E-Learning*” dari jurnal Matematika: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika pada tahun 2019, oleh Isna Kholifah dkk. Hasil penelitian jurnal ini yakni mediana sangat praktis dan layak serta efektif untuk tes kemampuan komunikasi dan *adaptive e-learning* peserta didik.²⁵

²² Risqi Irvani Wulandari, Harlita Harlita, and Nurmiyati Nurmiyati, “Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Berbasis Discovery Learning Materi Sistem Imun Kelas XI MIPA,” *Media Penelitian Pendidikan : Jurnal Penelitian Dalam Bidang Pendidikan Dan Pengajaran* 14, no. 1 (2020): 69, <https://doi.org/10.26877/mpp.v14i1.5640>.

²³ Yuyun Maryuningsih and Budi Manfaat, “Penerapan Laboratorium Virtual Elektroforensis Gel Dan Polimerase Chain Reaction (PCR) Sebagai Pengganti Praktikum Riil,” *Jurnal Phenomenon* 09, no. 1 (2019): 60.

²⁴ Sari, Riswanto, and Partono, “Validitas Mobile Pocket Book Berbasis Android Menggunakan Adobe Flash Pada Materi Suhu Dan Kalor,” 41.

²⁵ Kholifa, Suswanti, and Nuryadi, “Pengembangan Laboratorium Matematika Virtual Dengan Software Appy Pie Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Dan Adaptive E-Learning,” 112.

7. “Pemanfaatan Laboratorium Virtual Berbasis EWB (*Electronics Workbench*) Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Fisika Siswa IPA Kelas XII IPA MA NW Darussalimin Sengkol, Batukliang Lombok Tengah Tahun Pelajaran 2018/2019” dari jurnal ORBITA tahun 2018, oleh Islahudin dkk. Jurnal penelitiannya memberikan pengaruh yang cukup baik serta pada taraf sedang.²⁶
8. Pada tahun 2020 yaitu terbitan dari jurnal TIARSIE yang berjudul “*Analisis Penerapan Virtual Laboratorium Versi Reality Laboratorium*”, berisi 80% mengatakan penggunaan virtual lab dapat mencegah kecelakaan pada saat praktikum berlangsung, tetapi keberadaan virtual lab tidak sepenuhnya mengganti reality lab.²⁷
9. Jurnal EduKimia pada tahun 2019 yang berjudul “*Pengembangan E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Laboratorium Virtual Pada Materi Sistem Koloid Kelas XI SMA/MA*” oleh F Ferbriyandi dan Andromeda, bahwasanya pengembangan E-Modul yang dibuat mempunyai kevalidan yang tinggi dan begitu juga untuk kepraktisannya.²⁸
10. Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan (JARTIKA) pada tahun 2020 oleh Egidius Dewa dkk, berjudul “*Pengaruh Pembelajaran Daring Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Minat dan Hasil Belajar Kognitif Fisika*” menghasilkan peningkatan pada peserta didik yang berawal 15% menjadi 58%.²⁹

²⁶ Islahudin, Siti Khaerani, and Zulkarnain, “Pemanfaatan Laboratorium Virtual Berbasis EWB (*Electronics Workbench*) Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Fisika Siswa IPA Kelas XII IPA MA NW Darussalimin Sengkol, Batukliang Lombok Tengah Tahun Pelajaran 2018/2019,” *ORBITA* 4, no. November 2018 (2018): 51.

²⁷ Apid Hapid Maksun and Yuliarman Saragih, “Analisis Penerapan Virtual Laboratorium Versus Reality Laboratorium,” *TIARSIE* 17, no. 2 (2020): 51.

²⁸ F Febriyandi and Andromeda Andromeda, “Pengembangan E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Laboratorium Virtual Pada Materi Sistem Koloid Kelas XI SMA/MA,” *Edukimia* 1, no. 2 (2019): 30, <https://doi.org/10.24036/ekj.v1.i2.a31>.

²⁹ Egidius Dewa, Maria Ursula Jawa Mukin, and Oktavina Pandango, “Pengaruh Pembelajaran Daring Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Minat Dan Hasil Belajar Kognitif Fisika,” *JARTIKA Jurnal Riset Teknologi Dan Inovasi Pendidikan* 3, no. 2 (2020): 357, <https://doi.org/10.36765/jartika.v3i2.288>.

11. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* pada tahun 2019, berjudul “Efektivitas Model NHT Berbantu Laboratorium Virtual Terhadap Hasil Belajar Ditinjau Dari Keterampilan Proses Sains” oleh Dwi T dan Yetri. Pada jurnal ini berisi model pembelajaran NHT yang berbantu dengan lab virtual sangat efektif dalam KBM serta berpengaruh terhadap hasil belajar.³⁰
12. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, terbitan tahun 2020 berjudul “Desain Pembelajaran Virtual Laboratorium Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Aktivitas Peserta Didik Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia” oleh Ristina dkk. Pada penelitian ini dapat membuat kenaikan pada hasil belajar di materi Sistem Ekskresi.³¹
13. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, pada tahun 2019 yang berjudul “Validitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Model Generatif Berbantu Laboratorium Virtual” oleh Shinta Mutoara Dewi dkk. Penelitian ini membuktikan bahwa media ini layak untuk digunakan karena memenuhi validasi isi dan konstruk.³²
14. *Jurnal Pedagogi Hayati* yang berjudul “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk Siswa SMA” yaitu pada tahun 2018 oleh Dina Liana dan N Kurniawan. Bahwasanya lab virtual dapat menjadi solusi atas kekurangan laboratorium untuk

³⁰ Dwi Trisnawati and Yetri, “Efektivitas Model Nht Berbantu Laboratorium Virtual Keterampilan Proses Sains Effectiveness of the Nht Model With Virtual Laboratory Towards Learning Outcomes in Terms Of,” *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 02, no. 2 (2019): 232.

³¹ Ristina, Khairil, and Wiwit Artika, “Desain Pembelajaran Virtual Laboratorium Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Aktivitas Peserta Didik Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia,” *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)* 8, no. 1 (2020): 124, <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.15761>.

³² Shinta Mutiara Dewi et al., “Validitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Model Generatif Berbantu Laboratorium Virtual,” *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi* 5, no. 1 (2019): 165, <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>.

- pembelajaran dan juga efektif untuk pembelajaran peserta didik.³³
15. Jurnal *BIOEDUSCIENCE* pada tahun 2020, berjudul “*Analisis Keterampilan Berpikir Kritis: Pengaruh Model Pembelajaran SiMa Yang Berbantuan Concept Map pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan*” oleh Laila Puspita dkk. Bahwasanya *Concept Map* mempengaruhi keterampilan berpikir kritis pada materi tersebut.³⁴
 16. Jurnal Cakrawala: Jurnal Pendidikan yang berjudul “*Efektivitas Model Pembelajaran Sets Metode Praktikum Materi Pemanasan Global Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis*” pada tahun 2020 oleh D Kusmianty dkk. Persentase penggunaan SETS dengan metode praktikum yaitu 68% yang mana adalah efektif dan juga mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dilihat dari hasil pre test dan post test.³⁵
 17. Jurnal EDUSAINS berjudul “*Efektivitas Pelatihan Laboratorium Virtual Sebagai Media Pembelajaran Bagi Guru Kimia*” pada tahun 2019 oleh A Lutfi dan Sukarmin. Bahwasanya nilai guru dalam uji coba lab virtual yaitu 90% dan menanggapi sampau 82%-100%.³⁶
 18. *Kappa Journal* pada tahun 2019 berjudul “*Pengaruh Metode Demonstrasi Menggunakan Laboratorium Virtual dan Riil Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa*” oleh Tsamarul Hizbi. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara demonstrasi laboratorium virtual dan riil

³³ Liana and Kurniawan, “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk Siswa Sma,” 11.

³⁴ Laila Puspita, Reva Antika Putri, and Komarudin, “Analisis Keterampilan Berpikir Kritis: Pengaruh Model Pembelajaran SiMaYang Berbantuan Concept Map Pada Materi Struktur Dan Fungsi Jaringan Analysis of Critical Thinking Skills : The Effect of a SiMaYang Assisted Concept Map Learning Model on Network Str,” *BIOEDUSCIENCE* 04, no. 01 (2020): 87.

³⁵ Kusmianty, Widiyanto, and Kusuma, “Efektivitas Model Pembelajaran Sets Metode Praktikum Pada Materi Pemanasan Global Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis,” 47–48.

³⁶ Achmad Lutfi and Sukarmin, “Efektifitas Pelatihan Laboratorium Virtual Sebagai Media Pembelajaran Bagi Guru Kimia,” *EDUSAINS* 11, no. 2 (2019): 309.

- dengan rerata kelas control yang mana demonstrasi lab virtual ldan riil lebih tinggi.³⁷
19. Jurnal JKTP yang berjudul “*Pengembangan Virtual Laboratory Pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pintar*” yakni pada tahun 2020 oleh D Rokhim dkk. Pada penelitian ini menjelaskan bahwa kelebihan produknya yaitu antara pendidik dan peserta didik terhubung secara interaktif, refleksi pembelajaran cepat, mengurangi miskonsepsi dll.³⁸
 20. Jurnal *JNSI: Journal of Natural Science and Integration* berjudul “*Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Physics Laboratory (ViPhyLab) Dalam Praktikum Hukum Kirchhoff*” pada tahun 2019 oleh D Rosdiana dkk. Hasil penelitian jurnal ini bahwa media yang di buat layak untuk digunakan dalam pembelajaran, nilai persentasenya yaitu 87,45% dan banyak peserta didik yang menanggapi bahwa media ini baik yakni dengan persentase 90,4%.³⁹
 21. Pada jurnal Biotek yang berjudul “*Pengembangan Perangkat Media Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X SMAN 1 Sindangwangi Kab. Majalengka*” yakni pada tahun 2020 oleh Aden Arif Gaffar dan Muhammad Kurnia Sugandi. Persentase menunjukkan bahwa media ini layak digunakan yaitu 90,2% dan terdapat peningkatan keterampilan proses sains peserta didik setelah menggunakan media ini berdasarkan perolehan hasil pretest sebesar 9,1%.⁴⁰

³⁷ Tsamarul Hizbi, “Pengaruh Metode Demonstrasi Menggunakan Laboratorium Virtual Dan Riil Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa,” *Kappa Journal* 3, no. 1 (2019): 57, <https://doi.org/10.29408/kpj.v3i1.1533>.

³⁸ Deni Ainur Rokhim, Muhammad Roy Asrori, and Hayuni Retno Widarti, “Pengembangan Virtual Laboratory Pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pitar,” *JKTP* 3, no. 2 (2020): 225, <https://doi.org/10.17977/um038v3i22020p216>.

³⁹ Dina Rosdiana, Andri Suherman, and Dina Rahmi Darman, “Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Physics Laboratory (ViPhyLab) Dalam Praktikum Hukum Kirchhoff,” *JNSI: Journal of Natural Science and Integration* 2, no. 2 (2019): 141.

⁴⁰ Aden Arif Gaffar and Muhamad Kurnia Sugandi, “Pengembangan Perangkat Media Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan

22. Jurnal BIOSFER: Jurnal Pendidikan Biologi (BIOSFERJPB) yang berjudul “*Pengembangan Praktikum Virtual Urinalisis Sebagai Media Pembelajaran Biologi Siswa SMA Kelas XI*” pada tahun 2017 oleh A Suryanda dkk. Media ini telah berhasil dikembangkan dan sangat layak digunakan dalam pembelajaran yang mana sebagai variasi media dalam pembelajaran.⁴¹
23. Jurnal *Educatio* yang berjudul “*Implementasi Virtual Laboratory BTEM Berbasis Android Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains*” pada tahun 2021 oleh Ipin Aripin dan Yeni S. Pada jurnal mengatakan media ini dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik pada kategori sedang dan laboratory virtual ini efektif untuk peserta didik.⁴²
24. Judul jurnal “*Hubungan Antara Representasi Gambar dan Kemampuan Observasi Pada Pelaksanaan Praktikum Anatomi Tumbuhan*” oleh Nur Hidayah dkk yang diterbitkan oleh SIMBIOSA, pada penelitian ini didapatkan bahwasanya ada hubungan antara representasi gambar hasil praktikum dengan pelaksanaan praktikum pada kemampuan observasi.⁴³
25. Jurnal Refleksi Pembelajaran Inovatif, pada tahun 2021 oleh Ardi Nugroho yang berjudul “*Efektifitas Laboratorium Virtual Dalam Pembelajaran Praktikum Analisis Farmasi Saat Pandemic Covid-19*”. Aplikasi yang dikembangkan masih

Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X SMAN 1 Sindangwangi Kab. Majalengka,” *Jurnal Biotek* 7, no. 2 (2020): 108.

⁴¹ Ade Suryanda, Rusdi, and Dewi Kusumawati, “Pengembangan Praktikum Virtual Urinalisis Sebagai Media Pembelajaran Biologi Siswa SMA Kelas XI Development Virtual Lab Work of Urinalysis as a Learning Media of Biology for Senior High School Grade XI,” *BIOSFER: Jurnal Pendidikan Biologi (BIOSFERJPB)* 10, no. 1 (2017): 7.

⁴² Ipin Aripin and Yeni Suryaningsih, “Implementasi Virtual Laboratory BTEM Berbasis Android Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Proses Sains,” *Jurnal Educatio* 7, no. 3 (2021): 586, <https://doi.org/10.31949/educatio.v7i3.1113>.

⁴³ Nur Hidayah et al., “Hubungan Antara Representasi Gambar Dan Kemampuan Observasi Pada Pelaksanaan Praktikum Anatomi Tumbuhan,” *SIMBIOSA* 9, no. 1 (2020): 68–74.

banyak kekurangan, namun banyak mahasiswa yang menikmati kegiatan belajar menggunakan media ini.⁴⁴

26. Jurnal TEKNODIK yang berjudul “*Pemanfaatan Laboratorium Maya Versi Android Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Sudut*” pada tahun 2020 oleh Raden Roro Martiningsih. Media ini meningkatkan nilai rata-rata hasil belajar dan kualitas pembelajaran serta pembelajaran menjadi menyenangkan.⁴⁵
27. “*Development of Google Form Based on Scientific Literacy Principles for Junior High School Students in Heat Material*” oleh Renny Yunus dkk tahun 2020 dalam *Conference Prosiding*.⁴⁶

Berdasarkan kajian penelitian yang relevan diatas, belum ada yang melakukan media praktikum virtual berbasis android pada materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Untuk itu, peneliti tertarik untuk mengembangkan media praktikum virtual berbasis android materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Keterbaruan penelitian ini yaitu pada variabel terikat kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi struktur tumbuhan dengan menggunakan media praktikum virtual berbasis android.

H. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada tugas akhir sarjana ini agar lebih jelas yaitu sebagai berikut:

1. BAB I

⁴⁴ Adi Nugroho, “Efektifitas Laboratorium Virtual Dalam Pembelajaran Praktikum Analisis Farmasi Pada Mahasiswa Farmasi Saat Pandemic Covid-19,” *Refleksi Pembelajaran Inovatif* 3, no. 1 (2021): 323–24.

⁴⁵ Raden Roro Martiningsih, “Pemanfaatan Laboratorium Maya Versi Android Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Sudut Utilization of Android Virtual Laboratory to Improve Understanding on the Concept of Angles,” *Jurnal TEKNODIK* 24, no. 1 (2020): 70.

⁴⁶ Renny Yunus MM et al., “Development of Google Form Based on Scientific Literacy Principles for Junior High School Students in Heat Material Development of Google Form Based on Scientific Literacy Principles for Junior High School Students in Heat Material,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, 1–11, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012055>.

Memaparkan tentang pendahuluan penelitian yaitu penegasan judul, latar belakang masalah, identifikasi masalah dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan masalah, manfaat penelitian, kajian penelitian yang relevan serta sistematika penulisan.

2. BAB II

Pada bab ini memuat landasan teori yaitu deskripsi teoritik dan teori-teori tentang pengembangan model.

3. BAB III

Berisi mengenai metode dalam penelitian yang meliputi waktu dan tempat pengembangan, desain penelitian pengembangan, prosedur penelitian pengembangan, spesifikasi produk yang dikembangkan, subjek uji coba penelitian pengembangan, instrument penelitian, uji coba produk dan teknik analisis data.

4. BAB IV

Mengenai penjelasan dari penelitian dan pembahasan meliputi deskripsi hasil penelitian pengembangan, deskripsi dan analisis data hasil uji coba serta kajian produk akhir.

5. BAB V

Di bab ini adalah penutup yang mana berisi simpulan dan rekomendasi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil dari penelitian pengembangan media praktikum virtual berbasis android ini, dapat disimpulkan yaitu sebagai berikut:

1. Pengembangan media praktikum virtual berbasis android materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik mengadopsi dari teori pengembangan Borg *and* Gall yang dipangkas dari 10 langkah menjadi 9 langkah. Adapun langkah-langkah yang dilakuakn yaitu pencarian dan pengumpulan informasi, perencanaan, pengembangan bentuk awal produk, uji coba lapangan awal, revisi uji coba lapangan awal, uji coba operasional/skala kecil, revisi uji coba operasional, uji coba lapangan utama/skala besar (efektifitas) dan revisi produk.
2. kelayakan dari media praktikum virtual berbasis android materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik berdasarkan validasi yang dilakukan terhadap para ahli yaitu ahli media mendapatkan rata-rata persentase sebesar 91,66% dengan kriteria “sangat layak”, sedangkan rata-rata persentase dari ahli materi yaitu sebesar 81,25% dengan kriteria “sangat layak”, ahli materi mendapatkan rata-rata persentase sebesar 91,40% dengan kriteria “sangat layak” dan tanggapan dari peserta didik mengenai media mendapatkan persentase sebesar “70,58% dengan kriteria “layak”.
3. Keefektifan media praktikum virtual berbasis android untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dibuktikan dengan hasil uji hipotesis yang dilakukan yaitu mendapatkan t_{hitung} sebesar 3,71 dan t_{tabel} sebesar 2,00 yang berarti H_1 diterima dan H_0 ditolak. Dapat dilihat juga pada nilai N-Gain yang mana kelas

eksperimen mendapatkan nilai sebesar 0,63 sedangkan kelas kontrol mendapatkan nilai N-Gain sebesar 0,25, hal ini menunjukkan bahwa media praktikum virtual berbasis android yang diterapkan lebih efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dibandingkan dengan media konvensional yang biasa digunakan yaitu buku paket.

B. Rekomendasi

Saran pada penelitian pengembangan ini berdasarkan kesimpulan di atas yaitu sebagai berikut:

1. Bagi Pendidik

Saran bagi pendidik yaitu diharapkan untuk dapat memanfaatkan media praktikum virtual berbasis android materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik ini agar lebih inovatif dan menarik dalam kegiatan belajar mengajar Biologi.

2. Bagi Peserta Didik

Diharapkan peserta didik dapat memanfaatkan media praktikum virtual berbasis android materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis ini agar mempermudah peserta didik dalam memahami pembelajaran struktur tumbuhan.

3. Bagi Sekolah

Setelah pendidik mengenal dan memahami pengembangan dari media praktikum virtual berbasis android materi struktur tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik ini, media praktikum virtual berbasis android dapat digunakan pada materi-materi pelajaran lainnya.

4. Bagi Peneliti Lainnya

Saran bagi peneliti lainnya itu dapat mengembangkan aplikasi media praktikum virtual tidak hanya pada layanan android saja

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Nurul, Purwo Susongko, and Mukhammad Aji Fatkhurrohan. "Penerapan Model Teams Games Tournament (TGT) Dengan Permainan Teka-Teki Silang (TTS) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik." *Cakrawala: Jurnal Pendidikan* 13, no. 2 (2019): 1–11.
- Anwar, Chairul. *Teori - Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer*, 2017.
- Arikunto, Suharsimi. *Evaluasi Program Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara, 2009.
- . *Prosedur Penelitian Suatu Kegiatan Praktik*. Jakarta: Rhineka Cipta, 2013.
- Aripin, Ipin, and Yeni Suryaningsih. "Implementasi Virtual Laboratory BTEM Berbasis Android Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Proses Sains." *Jurnal Educatio* 7, no. 3 (2021): 583–91.
<https://doi.org/10.31949/educatio.v7i3.1113>.
- Azhar, Arsyad. *Media Pembelajaran Edisi Revisi*. Jakarta: Rajawali Pers, 2017.
- Borg, Walter R, and M D Gall. *Education Research: An Introduction*. Edited by Arnis E Burvikovs. Seventh. New York: Longman, 2003.
- Branch, Robert M. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Spinger Science & Business Media, LLC, 2009.
<https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>.
- Cahyadi, Ani. *Pengembangan Media Dan Sumber Belajar, Teori Dan Prosedur*. Edited by M. Iqbal Asy Syaouqi. Serang: Laksita Indonesia, 2019.
- "Data Hasil Instrumen Prapenelitian Variabel Terikat Kemampuan

Berpikir Kritis Kelas XI SMA N 6 Bandar Lampung Tahun Ajaran 2020/2021 Genap,” n.d.

- Dewa, Egidius, Maria Ursula Jawa Mukin, and Oktavina Pandango. “Pengaruh Pembelajaran Daring Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Minat Dan Hasil Belajar Kognitif Fisika.” *JARTIKA Jurnal Riset Teknologi Dan Inovasi Pendidikan* 3, no. 2 (2020): 351–59. <https://doi.org/10.36765/jartika.v3i2.288>.
- Dewi, Shinta Mutiara, Gunawan, Susilawati, and Ahmad Harjono. “Validitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Model Generatif Berbantu Laboratorium Virtual.” *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi* 5, no. 1 (2019): 162–66. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>.
- Febriyandi, F, and Andromeda Andromeda. “Pengembangan E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Laboratorium Virtual Pada Materi Sistem Koloid Kelas XI SMA/MA.” *Edukimia* 1, no. 2 (2019): 24–30. <https://doi.org/10.24036/ekj.v1.i2.a31>.
- Gaffar, Aden Arif, and Muhamad Kurnia Sugandi. “Pengembangan Perangkat Media Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X SMAN 1 Sindangwangi Kab. Majalengka.” *Jurnal Biotek* 7, no. 2 (2020): 96–110.
- Hidayah, Nur, Nukhbatul Bidayati Haka, Laila Puspita, and Aryani D Kesumawardani. “Hubungan Antara Representasi Gambar Dan Kemampuan Observasi Pada Pelaksanaan Praktikum Anatomi Tumbuhan.” *SIMBIOSA* 9, no. 1 (2020): 68–76.
- Hidayat, Estiti B. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung: ITB, 1995.
- Hizbi, Tsamarul. “Pengaruh Metode Demonstrasi Menggunakan Laboratorium Virtual Dan Riil Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa.” *Kappa Journal* 3, no. 1 (2019): 50–57. <https://doi.org/10.29408/kpj.v3i1.1533>.
- Islahudin, Siti Khaerani, and Zulkarnain. “Pemanfaatan Laboratorium Virtual Berbasis EWB (Electronics Workbench) Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Fisika Siswa IPA Kelas XII IPA MA NW Darussalimin Sengkol, Batukliang Lombok Tengah Tahun Pelajaran 2018/2019.” *ORBITA* 4, no. November 2018 (2018): 47–51.

- Jaya, Hendra, Sapto Haryoko, and Lu'mu. *Praktikum Simulasi Berbasis Website*. Makassar: Edukasi Mitra Grafika, 2015.
- Kadir, Abdul. *From Zero to A Pro Pemrograman Aplikasi Android*. Edited by Maya. Yogyakarta, 2013.
<https://doi.org/10.13140/2.1.1589.0563>.
- Kholifa, Isna, Suswanti Suswanti, and Nuryadi Nuryadi.
 “Pengembangan Laboratorium Matematika Virtual Dengan Software Appy Pie Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Dan Adaptive E-Learning.” *Jurnal Mercumatika : Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika* 3, no. 2 (2019): 104. <https://doi.org/10.26486/jm.v3i2.876>.
- Kusmianty, Danty, Bayu Widiyanto, and Mobinta Kusuma.
 “Efektivitas Model Pembelajaran Sets Metode Praktikum Pada Materi Pemanasan Global Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis.” *Cakrawala: Jurnal Pendidikan* 14, no. 1 (2020): 42–51.
- Kustandi, Cecep, and Daddy Dermawan. *Pengembangan Media Pembelajaran*. Jakarta: Kencana, 2020.
- Liana, Dina, and Nova Adi Kurniawan. “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk Siswa Sma.” *Pedagogi Hayati* 2, no. 2 (2018): 6–12. <https://doi.org/10.31629/ph.v2i2.834>.
- Lutfi, Achmad, and Sukarmin. “Efektifitas Pelatihan Laboratorium Virtual Sebagai Media Pembelajaran Bagi Guru Kimia.” *EDUSAINS* 11, no. 2 (2019): 303–9.
- Maksum, Apid Hapid, and Yuliarman Saragih. “Analisis Penerapan Virtual Laboratorium Versus Reality Laboratorium.” *Jurnal TIARSIE* 17, no. 2 (2020): 47.
<https://doi.org/10.32816/tiarsie.v17i2.72>.
- . “Analisis Penerapan Virtual Laboratorium Versus Reality Laboratorium.” *TIARSIE* 17, no. 2 (2020): 47–52.
- Manikowati, and Dody Iskandar. “Pengembangan Mobile Virtual Laboratorium Untuk Pembelajaran Praktikum Siswa SMA Development of Mobile Virtual Laboratorium for Experimental Learning.” *Jurnal Teknologi Pendidikan* 06, no. 01 (2018): 23–

42.

- Martiningsih, Raden Roro. "Pemanfaatan Laboratorium Maya Versi Android Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Sudut Utilization of Android Virtual Laboratory to Improve Understanding on the Concept of Angles." *Jurnal TEKNODIK* 24, no. 1 (2020): 61–72.
- Maryuningsih, Yuyun, and Budi Manfaat. "Penerapan Laboratorium Virtual Elektroforesis Gel Dan Polimerase Chain Reaction (PCR) Sebagai Pengganti Praktikum Riil." *Jurnal Phenomenon* 09, no. 1 (2019): 48–64.
- MM, Renny Yunus, Irwandani, Melisa Asniati, Chairul Anwar, and Subandi. "Development of Google Form Based on Scientific Literacy Principles for Junior High School Students in Heat Material Development of Google Form Based on Scientific Literacy Principles for Junior High School Students in Heat Material." In *Journal of Physics: Conference Series*, 1–11, 2020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012055>.
- Muchson, M, Betti Elgavita Winarni, and Dwi Agusningtyas. "Pengembangan Virtual Lab Berbasis Android Pada Materi Asam Basa Untuk Siswa SMA." *Jurnal Pembelajaran Kimia* 4, no. 1 (2019): 51–64.
- Nugroho, Adi. "Efektifitas Laboratorium Virtual Dalam Pembelajaran Praktikum Analisis Farmasi Pada Mahasiswa Farmasi Saat Pandemic Covid-19." *Refleksi Pembelajaran Inovatif* 3, no. 1 (2021): 317–24.
- Puspita, Laila, Reva Antika Putri, and Komarudin. "Analisis Keterampilan Berpikir Kritis: Pengaruh Model Pembelajaran SiMaYang Berbantuan Concept Map Pada Materi Struktur Dan Fungsi Jaringan Analysis of Critical Thinking Skills : The Effect of a SiMaYang Assisted Concept Map Learning Model on Network Str." *BIOEDUSCIENCE* 04, no. 01 (2020): 82–89.
- Ramli, Muhammad. *Media Dan Teknologi Pembelajaran*. Banjarmasin: IAIN Antasari Press, 2012.
- Ristina, Khairil, and Wiwit Artika. "Desain Pembelajaran Virtual Laboratorium Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Aktivitas Peserta Didik Pada Materi Sistem

- Ekskresi Manusia.” *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)* 8, no. 1 (2020): 114–27. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.15761>.
- Rizalia, Syarif. “Efektivitas Strategi Peta Konsep Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Madrasah Aliyah Pada Materi Keanekaragaman Hayati.” *Jurnal Al-Ta’dib* 12, no. 1 (2019): 19–35.
- Rokhim, Deni Ainur, Muhammad Roy Asrori, and Hayuni Retno Widarti. “Pengembangan Virtual Laboratory Pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pitar.” *JKTP* 3, no. 2 (2020): 216–26. <https://doi.org/10.17977/um038v3i22020p216>.
- Rosdiana, Dina, Andri Suherman, and Dina Rahmi Darman. “Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Physics Laboratory (ViPhyLab) Dalam Praktikum Hukum Kirchhoff.” *JNSI: Journal of Natural Science and Integration* 2, no. 2 (2019): 132–42.
- Rozi, Fahrur, and Khalimatul Khomsatun. “Rancang Bangun Game Edukasi Pengenalan Warna Untuk Pendidikan Anak Usia Dini Menggunakan Adobe Flash Berbasis Android.” *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)* 4, no. 1 (2019): 12–18. <https://doi.org/10.29100/jupi.v4i1.781>.
- Saifullah. *Modul Pembelajaran SMA Biologi Kelas XI. SMAN 1 Kota Bima*. Bima: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah Direktorat Sekolah Menengah Atas, 2020.
- Sanjaya, Wina. *Penelitian Pendidikan, Jenis, Metode Dan Prosedur*. Jakarta: Prenadamedia Group, 2013.
- Saputro, Budiyo. *Manajemen Penelitian Pengembangan (Research & Development) Bagi Penyusun Tesis Dan Disertasi*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo, 2011.
- Sari, Wulan Maya, Riswanto Riswanto, and Partono Partono. “Validitas Mobile Pocket Book Berbasis Android Menggunakan Adobe Flash Pada Materi Suhu Dan Kalor.” *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika* 7, no. 1 (2019): 35–42. <https://doi.org/10.20527/bipf.v7i1.5728>.
- Sondaya, Rostina. *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung:

- Alfabeta, 2014.
- Sudijono, Anas. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2012.
- Sugiyono. *Metode Penelitian & Pengembangan (Research and Development)*. Edited by Sofia Y Suryandari. Bandung: ALFABETA, 2017.
- . *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: ALFABETA, 2013.
- Suryanda, Ade, Rusdi, and Dewi Kusumawati. “Pengembangan Praktikum Virtual Urinalisis Sebagai Media Pembelajaran Biologi Siswa SMA Kelas XI Development Virtual Lab Work of Urinalysis as a Learning Media of Biology for Senior High School Grade XI.” *BIOSFER: Jurnal Pendidikan Biologi (BIOSFERJPB)* 10, no. 1 (2017): 2–8.
- Susanti, Dwi, Chairul Anwar, Fredi Ganda Putra, Kiki Afandi, and Santi Widyawati. “Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Tipe POE Dan Aktivitas Belajar Terhadap Kemampuan Metakognitif.” *Jurnal Inovasi Matematika (Inomatika)* 2, no. 2 (2020): 93–105.
- Susanto, Heri, and Helmi Akmal. *Media Pembelajaran Sejarah Era Teknologi Informasi*. Edited by Bambang Subiyakto and M Hum. Banjarmasin: Program Studi Pendidikan Sejarah Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lambung Mangkurat, 2019.
- Trisnawati, Dwi, and Yetri. “Efektivitas Model Nht Berbantu Laboratorium Virtual Keterampilan Proses Sains Effectiveness of the Nht Model With Virtual Laboratory Towards Learning Outcomes in Terms Of.” *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 02, no. 2 (2019): 227–34.
- “Wawancara Peneliti Dengan Guru Pengampu Biologi SMA Negeri 6 Bandar Lampung.” n.d.
- Wibawanto, Wandah. *Laboratorium Virtual Konsep Dan Pengembangan Simulasi Fisika*. Edited by Wahyu Hardyanto and Fianti. Semarang: LPPM UNNES, 2020.
- Wulandari, Risqi Irvani, Harlita Harlita, and Nurmiyati Nurmiyati.

“Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Berbasis Discovery Learning Materi Sistem Imun Kelas XI MIPA.” *Media Penelitian Pendidikan : Jurnal Penelitian Dalam Bidang Pendidikan Dan Pengajaran* 14, no. 1 (2020): 61–70. <https://doi.org/10.26877/mpp.v14i1.5640>.

———. “Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Berbasis Discovery Learning Materi Sistem Imun Kelas XI MIPA.” *Media Penelitian Pendidikan : Jurnal Penelitian Dalam Bidang Pendidikan Dan Pengajaran* 14, no. 1 (June 25, 2020): 61–70. <https://doi.org/10.26877/mpp.v14i1.5640>.

Zakiah, Linda, and Ika Lestari. *Berpikir Kritis Dalam Konteks Pembelajaran*. Edited by Erminawati. Bogor: Erzatama Karya Abadi, 2019.

