

**PENGEMBANGAN LABORATORIUM
VIRTUAL PADA MATERI SISTEM
PEREDARAN DARAH KELAS XI SMA UNTUK
MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR
KRITIS SISWA**

SKRIPSI

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



Disusun oleh:

Ninda Nur Mahdiyyah

NIM : 2008086050

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2024**

HALAMAN JUDUL

**PENGEMBANGAN LABORATORIUM VIRTUAL PADA
MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH KELAS XI SMA
UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
SISWA**

SKRIPSI

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



Disusun oleh:

Ninda Nur Mahdiyyah

NIM : 2008086050

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ninda Nur Mahdiyyah
NIM : 2008086050
Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

Pengembangan Laboratorium Virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

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

Semarang, 11 Juni 2024



nyataan,

Ninda Nur Mahdiyyah

NIM. 2008086050



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

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

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Laboratorium Virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa
Nama : Ninda Nur Mahdiyyah
NIM : 2008086050
Jurusan : Pendidikan Biologi

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

Semarang, 27 Juni 2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I

Widi Cahya Adi, M.Pd.
NIP. 199206192019031014

Penguji II

Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc.
NIP. 199304092019032020

Penguji III

Hafidha Asni Akmalia, M.Sc.
NIP. 198908212019032013

Penguji IV

Nisa Rasyida, M.Pd
NIP. 198803122019032011

Pembimbing I

Dwimey Ayudewardari Pranatami, M.Sc.
NIP. 199205022019032031

Pembimbing II

Widi Cahya Adi, M.Pd.
NIP. 199206192019031014



NOTA DINAS

Semarang, 10 Juni 2024

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

Judul : Pengembangan Laboratorium
Virtual Pada Materi Sistem
Peredaran Darah Kelas XI SMA
untuk Melatih Keterampilan
Berpikir Kritis Siswa
Penulis : Ninda Nur Mahdiyyah
NIM : 2008086050
Program Studi : Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Dwimei Ayudewardari Prnatami, M.Sc.
NIP. 199205022019032031

NOTA DINAS

Semarang, 10 Juni 2024

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

Judul : Pengembangan Laboratorium
Virtual Pada Materi Sistem
Peredaran Darah Kelas XI SMA
untuk Melatih Keterampilan
Berpikir Kritis Siswa
Penulis : Ninda Nur Mahdiyyah
NIM : 2008086050
Program Studi : Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



Widi Cahya Adi, M.Pd.

NIP. 199206192019031014

ABSTRAK

Pengembangan Laboratorium Virtual Pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Ninda Nur Mahdiyyah

2008086050

Abad 21 memerlukan keterampilan 4C bagi siswa. Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang sangat penting untuk dilatihkan kepada siswa. Ketersediaan sarana dan prasarana sangat diperlukan dalam suatu proses pembelajaran, namun di sekolah tersebut belum tersedianya fasilitas laboratorium untuk menunjang kegiatan praktikum siswa. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran alternatif berupa aplikasi laboratorium virtual untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Tujuan penelitian ini yaitu mengembangkan laboratorium virtual pada materi sistem peredaran darah kelas XI SMA untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian ini menggunakan 4 validator ahli dan uji skala kecil untuk mengetahui respon siswa terhadap media. Hasil nilai kelayakan media berdasarkan penilaian ahli materi mendapatkan persentase 84,7%, ahli media dengan persentase 95%, guru Biologi dengan persentase 87% dan respon siswa dengan persentase 84% serta ahli berpikir kritis dengan 14 butir soal valid. Berdasarkan perolehan hasil validasi terhadap media menunjukkan bahwa aplikasi laboratorium virtual sangat layak dan valid untuk menjadi media pembelajaran alternatif bagi siswa kelas XI SMA.

Kata Kunci: Berpikir Kritis, Laboratorium Virtual, Media Pembelajaran, Sistem Peredaran Darah

TRANSLITERASI ARAB LATIN

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

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	G
ج	J	ف	F
ح	h}	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	z\	م	m
ر	R	ن	n
ز	Z	و	w
س	S	ه	h
ش	Sy	ء	'
ص	s }	ى	y
ض	d}		

Bacaan Madd :

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong :

Au = اُوْ

Ai = اِيْ

Iy = اِيْ

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, telah melimpahkan rahmat, taufiq dan inayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul **“Pengembangan Laboratorium Virtual Pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa”**.

Allahumma Shalli ‘ala Sayyidina Muhammad, shalawat serta salam senantiasa penulis sanjungkan kepada baginda Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat-sahabat dan para pengikutnya yang telah membawa cahaya Islam dan dinantikan syafaatnya kelak di hari kiamat. Aamiin Ya Rabbal ‘Alamin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, motivasi, do’a dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M. Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. Musahadi M. Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang.
3. Bapak Dr. Listyono, M. Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang.

4. Ibu Dwimei Ayudewandari Pranatami, M.Sc., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Widi Cahya Adi, M.Pd., selaku dosen pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan begitu sabar membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini hingga selesai.
5. Tim Validator, yaitu ahli materi yaitu Ibu Mirtaati Na'ima, M.Sc., ahli media yaitu Ibu Nisa Rasyida, M.Pd., dan ahli berpikir kritis yaitu Ibu Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd.
6. Ibu Erna Wijayanti, M.Pd. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama empat tahun menempuh perkuliahan di almamater ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang.
8. Terspesial untuk Bapak Ismail dan Ibu Ade Siti Hasanah selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan berupa do'a, motivasi, finansial serta kasih sayang yang tiada hentinya.
9. Muhammad Rizky Akbar selaku keponakan tercinta yang selalu menyemangati tantenya.
10. Ibu Maghfirah Idzati Aulia S.Pd. selaku Guru Biologi SMAIT Bunayya.

11. Siswa dan siswi kelas XI SMAIT Bunayya.
12. Teruntuk *SF* yang telah menemani penulisan skripsi ini dengan penuh dukungan dan kasih sayang.
13. Teruntuk sahabatku Fauzia Zahra dan Charisa Ade Arnanda yang telah mendukung dan memotivasi selama penyusunan skripsi ini.
14. Teruntuk pasukan kiyowok: Putri Nur Syabina, Apreza Eka Yuliani, Lili Kadri dan Berliana Putri Susanti yang sudah menemani kisah cerita perjalanan hidup di perantauan selama 4 tahun ini.
15. Teman-teman Pendidikan Biologi 2020 (Cibiotion) terimakasih atas kerjasamanya selama 4 tahun ini.
16. Teman-teman KKN Reguler Posko 11, teman-teman PLP SMAN 12 Semarang dan teman-teman Dema FST 2023.
17. Semua pihak yang memberikan dukungan dan bantuan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Harapan dan do'a penulis semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan karunia-Nya atas amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari kekurangan yang dimiliki, sehingga membutuhkan kritik dan saran dari pembaca atas skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pihak-pihak yang membaca.

Semarang, 11 Juni 2024

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ninda Nur Mahdiyyah', written in a cursive style.

Ninda Nur Mahdiyyah
NIM.2008086050

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS	iv
NOTA DINAS	v
ABSTRAK.....	vi
TRANSLITERASI ARAB-LATIN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	11
C. Pembatasan Masalah	12
D. Rumusan Masalah.....	12
E. Tujuan Pengembangan	13
F. Manfaat Pengembangan.....	13
G. Asumsi Pengembangan.....	15
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	15
BAB II KAJIAN PUSTAKA	17
A. Kajian Teori	17
B. Kajian Penelitian yang Relevan	39

C. Kerangka Berpikir.....	44
BAB III METODE PENELITIAN	45
A. Model Pengembangan.....	45
B. Prosedur Pengembangan.....	46
C. Desain Uji Coba Produk.....	49
1. Desain Uji Coba	49
2. Subjek Coba	49
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	50
4. Teknik Analisis Data	55
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	57
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	57
B. Hasil Uji Coba Produk.....	69
C. Revisi Produk.....	76
D. Kajian Produk Akhir.....	84
E. Keterbatasan Penelitian	109
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	110
A. Simpulan tentang Produk.....	110
B. Saran Pemanfaatan Produk	112
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk.....	112
DAFTAR PUSTAKA.....	113
LAMPIRAN.....	126

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Indikator Berpikir Kritis Menurut Ennis	20
Tabel 2.2	CP, TP, ATP dan IPK	31
Tabel 3.1	Skala Likert	52
Tabel 3.2	Skor Tanggapan	52
Tabel 3.3	Teknik Instrumen dan Pengumpulan Data	53
Tabel 3.4	Kriteria Kelayakan Media	56
Tabel 4.1	Hasil Validasi Ahli Materi	70
Tabel 4.2	Hasil Validasi Ahli Media	71
Tabel 4.3	Hasil Validasi Ahli Berpikir Kritis	72
Tabel 4.4	Hasil Penilaian Guru Biologi	74
Tabel 4.5	Hasil Uji Skala Kecil	75
Tabel 4.6	Revisi Penambahan Materi Ahli Materi	77
Tabel 4.7	Revisi Penulisan dan Gambar pada Materi Gangguan Penyakit Malaria	78
Tabel 4.8	Revisi Gambar pada Materi Organ Jantung	79
Tabel 4.9	Revisi Pointer pada Praktikum Uji Golongan Darah	80
Tabel 4.10	Revisi Gambar pada Materi Eritrosit oleh Ahli Media	81
Tabel 4.11	Revisi Gambar pada Materi Golongan Darah oleh Ahli Media	82
Tabel 4.12	Revisi Soal pada Kuis oleh Ahli Berpikir Kritis	83
Tabel 4.13	Revisi Gambar pada Kuis oleh Ahli Berpikir Kritis	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Komponen Penyusun Darah	36
Gambar 2.2	Bagan Kerangka Berpikir	44
Gambar 2.3	Alur Pengembangan Model Addie	45
Gambar 4.1	Wireframe Laboratorium Virtual	61
Gambar 4.2	Storyboard Laboratorium Virtual	61
Gambar 4.3	Tampilan Start Menu	62
Gambar 4.4	Tampilan Menu Home	62
Gambar 4.5	Tampilan Menu CP & Indikator	63
Gambar 4.6	Tampilan Menu Materi	64
Gambar 4.7	Tampilan Menu Kegiatan Praktikum	65
Gambar 4.8	Tampilan Menu Petunjuk Penulisan Laporan Praktikum	65
Gambar 4.9	Tampilan Menu Kuis	66
Gambar 4.10	Tampilan Menu Profil Pengembang	66
Gambar 4.11	Grafik Hasil Uji Validasi	96
Gambar 4.12	Tampilan Akhir Start Menu	101
Gambar 4.13	Tampilan Akhir Menu Home	102
Gambar 4.14	Tampilan Akhir Menu CP & Indikator	103
Gambar 4.15	Tampilan Akhir Menu Materi	104
Gambar 4.16	Tampilan Akhir Menu Kegiatan Praktikum	105
Gambar 4.17	Tampilan Akhir Menu Petunjuk Penulisan Laporan Praktikum	106
Gambar 4.18	Tampilan Akhir Menu Kuis	107
Gambar 4.19	Tampilan Akhir Menu Profil Pengembang	107

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Kisi-Kisi Wawancara Guru Biologi	126
Lampiran 2	Hasil Wawancara Guru Biologi	127
Lampiran 3	Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Kelas XI SMAIT Bunayya	128
Lampiran 4	Kisi-kisi instrumen Soal Kemampuan Berpikir Kritis	129
Lampiran 5	Hasil Pra Riset Uji Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA	143
Lampiran 6	Hasil Diagram Pra Riset Uji Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	144
Lampiran 7	Analisis Dokumen Bahan Ajar Guru Biologi SMAIT Bunayya	147
Lampiran 8	Kisi-kisi Instrumen Ahli Validasi Materi	148
Lampiran 9	Lembar Angket Validasi Ahli Materi	149
Lampiran 10	Kisi-kisi Instrumen Ahli Validasi Media	154
Lampiran 11	Lembar Angket Validasi Ahli Media	155
Lampiran 12	Kisi-kisi Instrumen Ahli Validasi Berpikir Kritis	159
Lampiran 13	Lembar Ahli Validasi Berpikir Kritis	161
Lampiran 14	Lembar Angket Validasi Guru Biologi	187
Lampiran 15	Lembar Angket Uji Respon Siswa	191
Lampiran 16	Hasil Validasi Ahli Materi	196
Lampiran 17	Rekapitulasi Ahli Materi	199
Lampiran 18	Hasil Validasi Ahli Media	200
Lampiran 19	Rekapitulasi Ahli Media	203
Lampiran 20	Hasil Validasi Ahli Berpikir Kritis	204
Lampiran 21	Rekapitulasi Ahli Berpikir Kritis	215
Lampiran 22	Hasil Validasi Guru Biologi	216
Lampiran 23	Rekapitulasi Penilaian Guru	219

	Biologi	
Lampiran 24	Contoh Hasil Respon Perwakilan Siswa	220
Lampiran 25	Data Hasil Uji Skala Kecil XI SMAIT BUNAYYA	225
Lampiran 26	Rekapitulasi Respon Siswa	226
Lampiran 27	Surat Penunjukkan Dosen Pembimbing	227
Lampiran 28	Surat Penunjukkan Ahli Materi, Ahli Media dan Ahli Berpikir Kritis	228
Lampiran 29	Surat Izin Penelitian	229
Lampiran 30	Surat Selesai Penelitian	230
Lampiran 31	Dokumentasi Penelitian	231
Lampiran 32	Riwayat Hidup	232

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu aspek dari perkembangan suatu negara adalah pendidikan. Suatu negara bisa dikatakan maju jika pendidikannya baik. Hal ini karena di era sekarang, pendidikan menjadi tuntutan dalam berbagai (Fajrianti et al., 2016). Pendidikan diharapkan dapat mempersiapkan siswa untuk mengembangkan berbagai keterampilan agar ketika terjun di kehidupan sebenarnya, siswa sudah siap dengan keahlian yang dimilikinya. (Mardhiyah et al., 2021). Generasi muda harus memperoleh keterampilan seperti berkomunikasi, bekerja sama, mengaplikasikan teknologi digital, dan berpikir kritis.

Berpikir kritis adalah keterampilan yang harus ditingkatkan (Septikasari, 2018). Yohana (2017) menjelaskan bahwa pendidikan yang baik harus memuat berpikir kritis atau dapat dianggap sebagai komponen penting dalam pendidikan. Dengan menggunakan pola berpikir kritis maka siswa mampu berpikir ilmiah seperti melakukan identifikasi masalah, melakukan pencarian informasi, membuat hipotesis dan analisis dan menarik

kesimpulan dengan menggunakan bahasa yang tepat dan jelas.

Berpikir kritis penting dimiliki oleh siswa pada setiap tingkat satuan pendidikan. Menurut Khasanah et al., (2019) salah satu indikator pendidikan abad 21 yang termasuk ke dalam ranah kognitif adalah keterampilan berpikir kritis, keterampilan ini merupakan kemampuan yang harus dicapai pada mata pelajaran Biologi. Berpikir kritis dapat mengajarkan siswa cara berpikir logis, menganalisis argumen, dan menghasilkan suatu ide baru (Kartimi & Liliyasi, 2012).

Analisis, penilaian, evaluasi, rekonstruksi, dan pengambilan keputusan yang logis merupakan contoh keterampilan berpikir kritis (Redhana, 2019). Orang yang berpikir kritis, cenderung akan mengambil keputusan secara sistematis dan detail. Bagusnya keterampilan berpikir kritis menjadikannya penting bagi siswa karena dapat memberikan bekal untuk bersaing di masa depan (Rachmawati & Rohaeti, 2017). Berpikir kritis dalam Al-Qur'an sangat dianjurkan, seperti pada surat Al-Hujurat ayat 6 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِن جَاءَكُمْ فَاسِقٌ بِنَبَأٍ فَتَبَيَّنُوا أَن تُصِيبُوا قَوْمًا
بِجَهَالَةٍ فَتُصْحَبُوا عَلَىٰ مَا فَعَلْتُمْ لُدْمِينَ

Artinya : “Wahai orang-orang yang beriman! Jika seseorang yang fasik datang kepadamu membawa suatu berita, maka telitilah kebenarannya, agar kamu tidak mencelakakan suatu kaum karena (kebodohan) yang akhirnya kamu menyesali perbuatan itu ”. (QS. Al-Hujurat [49]: 6).

Menurut tafsir Al-Muyassar, apabila seseorang yang tidak dapat dipercaya datang membawa berita palsu, periksalah kebenarannya sebelum mempercayai dan menyebarkannya. Pastikan untuk mengetahui kebenarannya terlebih dahulu, agar kalian tidak melakukan tindakan buruk terhadap orang yang tidak bersalah dan kemudian menyesalinya (Basyir, 2012). Salah satu cara berpikir kritis adalah menyelidiki kebenaran dalam memecahkan suatu masalah. Tafsir tersebut menunjukkan bahwa di era modern ini memiliki pola bernalar yang baik sangat penting untuk dimiliki, sehingga perlunya berpikir kritis. Alasannya karena kita membutuhkan cara berpikir kritis untuk menghadapi dan menyelesaikan suatu masalah.

Maslakhatunni'mah et al., (2019) menyatakan bahwa tingkat berpikir kritis di Indonesia masih kurang baik. Berdasarkan *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022 bidang sains, Indonesia mengalami penurunan skor dengan memperoleh nilai 383 diantara 81 negara yang berpartisipasi, sehingga rata-rata pada bidang sains turun 13 point (OECD, 2022). Menurut

Inayah et al., (2023) pendidikan di Indonesia memiliki potensi dan kemampuan yang belum dikembangkan, sehingga masih memiliki peluang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

Berdasarkan *Trend International Mathematics And Science Study* (TIMSS) tahun 2015 yang mengukur aspek konsep siswa, pengetahuan fakta, dan prosedur, peringkat Indonesia sangat buruk yaitu 44 dari 49 negara. Buruknya peringkat tersebut dikarenakan lebih dari setengah sampel siswa Indonesia mendapatkan nilai buruk pada aspek domain sains dan kognitif (pemahaman, penerapan, dan penalaran) (Hadi & Novaliyosi, 2019). TIMSS memaparkan data bahwa 54% pelajar di Indonesia mengalami hasil yang kurang bagus pada kedua aspek tersebut yang digolongkan pada kategori rendah (Gusmawan et al., 2021). Menurut Rosnawati (2012) perlu ada peningkatan lebih lanjut pada proses pembelajaran yang melibatkan berpikir kritis.

Pembelajaran yang mengandalkan hafalan akan menyebabkan nalar berpikir siswa cenderung buruk. Buruknya berpikir kritis ini bisa dilihat dari buruknya nilai pelajaran. (Hamdani et al., 2019). Rendahnya hasil tersebut berdampak pada buruknya keterampilan berpikir siswa (Kurniahtunnisa et al., 2016). Melalui pra-riset yang terlampir pada **Lampiran 5**, peneliti mendapatkan

informasi bahwa hasil proses bernalar siswa di SMAIT Bunayya masih tergolong buruk. Hal ini dibuktikan dengan hasil instrumen soal berpikir kritis yang telah diujikan kepada 16 siswa kelas XI SMAIT Bunayya, didapatkan hasil persentase sebesar 56,25%. Data tersebut termasuk pada kategori buruk dalam berpikir kritis. Kurang terlatihnya siswa dalam menganalisis suatu masalah dapat menyebabkan rendahnya keterampilan berpikir kritis pada siswa (Falahudin et al., 2016).

Hal ini dibuktikan dengan analisis dokumen bahan ajar yang terlampir pada **Lampiran 7**, setelah dianalisis dokume media atau buku ajar yang digunakan oleh guru ternyata masih belum menyediakan instrumen yang dapat merangsang berpikir kritis siswa. Media pembelajaran yang inovatif dapat membantu guru mengasah pola pikir kritis siswa (Cahyani & Putri, 2019). Melalui media yang tepat, guru akan berperan dalam membantu siswa menstimulasi berpikir kritisnya. (Susanto, 2013).

Abad ke-21 ini guru harus menghadapi tantangan untuk memaksimalkan pembelajaran siswa melalui fasilitas teknologi yang ada (Wijaya et al., 2016). Canggihnya teknologi sekarang harus dimanfaatkan dalam media pembelajaran (Wulandari et al., 2023). Media pembelajaran di era digital saat ini harus disesuaikan

dengan keadaan siswa karena peran media pembelajaran dalam membantu siswa belajar menyesuaikan dengan kebutuhan proses pembelajaran (Miftah, 2013). Pembelajaran harus fokus terhadap siswa sebagai subjek pendidikan, karena siswa termasuk dalam kategori *digital native* dan kehidupan sehari-hari mereka tidak terlepas dari peralatan digital (Triza, 2022). Penggunaan media dalam pembelajaran bertujuan untuk memberikan siswa konsep pemahaman yang konkret, sehingga pesan dan tujuan yang diinginkan mampu terpenuhi. (Adita & Julianto, 2016).

Melalui wawancara dengan narasumber Maghfirah Idzati Aulia, S.Pd. selaku guru biologi di SMAIT Bunayya pada tanggal 10 April 2023 dan terlampir pada **Lampiran 2**, diperoleh informasi tentang pembelajaran biologi di sekolah tersebut menggunakan media dalam bentuk modul dan power point (PPT). Guru mengatakan bahwa tidak pernah dilakukan kegiatan praktikum secara langsung karena terbatasnya fasilitas sarana dan prasarana di sekolah tersebut, sehingga siswa tidak dapat melaksanakan kegiatan praktikum karena tidak adanya fasilitas laboratorium di sekolah. Selama ini guru tidak pernah menggunakan media pembelajaran digital seperti pembelajaran virtual untuk kegiatan pembelajaran,

sehingga tertarik jika akan dikembangkan media pembelajaran laboratorium virtual untuk menunjang kegiatan praktikum di sekolah tersebut. Adanya media pembelajaran interaktif berupa laboratorium virtual bisa menjadi solusi bagus dalam mengatasi permasalahan di sekolah tersebut. Laboratorium virtual dapat berperan menjadi media penunjang pada kegiatan praktikum di sekolah yang belum terlaksanakan.

Laboratorium virtual adalah istilah yang mengacu pada simulasi percobaan ilmiah yang dapat diakses oleh siswa. Laboratorium virtual dalam bentuk media interaktif memungkinkan siswa lebih fleksibel dalam pembelajaran, terutama materi praktikum (Wisudawati & Sulistyowati, 2014). Harapannya laboratorium virtual ini menjadi alat bantu pembelajaran yang semakin menarik dan fokus pada siswa. Selain itu, mudahnya akses bagi siswa menjadikan pembelajaran bisa dilakukan di rumah dan di tempat lain, sehingga pembelajaran tidak terbatas pada waktu atau tempat (Elisa et al., 2021). Pembelajaran biologi dengan laboratorium virtual memiliki banyak keuntungan, salah satunya mampu menjadikan berpikir kritis siswa lebih baik. Noris (2022) menunjukkan bahwa laboratorium virtual berbasis *Problem Based Learning* menjadi sebuah solusi bagi siswa untuk meningkatkan

berpikir kritis pada materi sistem ekskresi karena indikator berpikir kritis ada di setiap langkah praktikum dalam media laboratorium virtual.

Penerapan praktikum virtual dapat dilakukan dalam pembelajaran biologi yang bermuatan praktikum, sehingga memerlukan adanya simulasi yang diaplikasikan dalam praktikum. Menurut Muliawati & Norra (2021) laboratorium virtual adalah sarana pembelajaran interaktif yang sangat sesuai untuk digunakan pada mata pelajaran biologi. Adapun materi biologi yang dapat diterapkan adalah materi sistem peredaran darah. Hal ini karena dalam materi tersebut terdapat capaian kompetensi dasar (C4) yaitu menganalisis. Siswa harus memahami karakteristik materi tersebut untuk menganalisis pemecahan masalah pada struktur yang terkait dengan fungsi serta proses peredaran darah manusia, yang membutuhkan keterampilan berpikir kritis (Rahmadayanti et al., 2022).

Selain itu, terdapat beberapa materi pada sistem peredaran darah yang dapat dipraktikumkan, sehingga membuat materi ini lebih kompleks dan cocok untuk diterapkan ke dalam laboratorium virtual. Adanya laboratorium virtual dapat mempermudah siswa berpikir kritis dalam melaksanakan praktikum, dengan adanya fitur

kuis yang berisi latihan soal dimana siswa menganalisis soal untuk memecahkan permasalahan yang ada. Selain itu, adanya laboratorium virtual juga dapat menunjang keterbatasan alat dan bahan sehingga menjadi solusi bagi minimnya fasilitas.

Sesuai dengan hasil angket analisis kebutuhan yang terlampir pada **Lampiran 3**, siswa menyatakan bahwa pertama, sebanyak 88,9% siswa merasa motivasi belajarnya meningkat ketika menggunakan media pembelajaran berbasis androi. Kedua, sebanyak 77,8% siswa memerlukan media pembelajaran sebagai pengganti dari tidak adanya kegiatan praktikum secara langsung. Ketiga, sebanyak 88,9% siswa sepakat terhadap dibuatnya media laboratorium virtual untuk mengatasi sulitnya melakukan kegiatan praktikum.

Sudah banyak penelitian tentang pengembangan laboratorium virtual pada materi biologi. Sejumlah penelitian tentang pengembangan laboratorium virtual seperti *Virtual laboratory* sebagai media pembelajaran berbasis komputer pada materi pembiakan virus (Yuniarti, 2012). *Virtual laboratory* dengan adobe flash cs pada materi virus (Sholikhati, 2018) dan *Virtual laboratory* biologi dengan media software microsoft powerpoint pada uji golongan darah (Pramita et al., 2023). Adapun pada

penelitian ini, peneliti melakukan inovasi pada beberapa aspek, seperti pada aspek materi berupa dikembangkannya laboratorium virtual yang memuat materi sistem peredaran darah dengan fokusnya pada bagian komponen darah pada manusia, uji golongan darah, organ sistem peredaran darah dan gangguan atau kelainan penyakit pada sistem peredaran darah.

Laboratorium virtual ini dapat diakses melalui android, baik dalam keadaan *offline* maupun *online*. Laboratorium virtual berbasis android dapat lebih mudah diakses dengan dimanapun kita berada serta didukung dengan menu fitur yang menarik dan animasi-animasi yang dapat merangsang siswa agar tertarik menjalankan kegiatan praktikum melalui laboratorium virtual dan dilengkapi soal-soal yang mampu menstimulus nalar siswa menjadi lebih baik. Berdasarkan permasalahan diatas, peneliti mencoba menyajikan solusi dengan judul **“Pengembangan Laboratorium Virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat diidentifikasi permasalahan yang muncul sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil PISA & TIMSS keterampilan berpikir kritis siswa di Indonesia masih rendah.
2. Hasil tes berpikir kritis telah di Uji di SMAIT Bunayya dan tergolong rendah.
3. Pembelajaran yang dilakukan masih konvensional, yaitu dengan guru menjelaskan di depan saja dan media pembelajaran yang digunakan berupa modul dan power point (PPT).
4. Praktikum dengan menggunakan media laboratorium virtual pada konsep sistem peredaran darah tidak pernah dilaksanakan di SMAIT Bunayya.
5. Susahnya melakukan praktikum biologi karena keterbatasan fasilitas sarana dan prasarana.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan diatas, maka batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Fokus pada pengembangan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran.

2. Media pembelajaran yang dikembangkan fokus pada materi Sistem Peredaran Darah.
3. Uji produk bermuatan keterampilan berpikir kritis hanya diuji oleh ahli berpikir kritis tidak diuji pengaruhnya terhadap siswa.
4. Penilaian kelayakan laboratorium virtual didasarkan pada penilaian ahli materi, media, berpikir kritis dan guru biologi.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah diatas, maka peneliti dapat merumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana desain laboratorium Virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa?
2. Bagaimana kelayakan laboratorium Virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa?
3. Bagaimana respon siswa terhadap laboratorium virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengembangkan laboratorium virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.
2. Mendeskripsikan kelayakan laboratorium virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.
3. Mendeskripsikan respon siswa terhadap laboratorium virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.

F. Manfaat Pengembangan

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka manfaat penelitian ini sebagai berikut.

1. Manfaat Teoritis

diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmu serta menjadi referensi pembelajaran biologi, khususnya terkait pengembangan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran interaktif pada materi sistem peredaran darah.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Peneliti

Harapannya peneliti mampu memiliki pengetahuan dan keterampilan dalam mengembangkan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran alternatif pada materi sistem peredaran darah.

b. Bagi Siswa

Laboratorium virtual diharapkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang lebih variatif serta membantu siswa dalam memahami materi sistem peredaran darah.

c. Bagi Guru

Laboratorium virtual diharapkan dapat mendukung guru dalam pembelajaran materi sistem peredaran darah dan solusi atas susahny melakukan praktikum karena kurangnya sarana laboratorium.

d. Bagi Sekolah

Hasil pengembangan media laboratorium virtual untuk melatih keterampilan berpikir kritis diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah.

G. Asumsi Pengembangan

Asumsi pengembangan dalam penelitian ini meliputi:

1. Produk aplikasi Laboratorium virtual yang dikembangkan bisa diaplikasikan sebagai sumber dan media pembelajaran untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa.
2. Produk Laboratorium Virtual mampu dijalankan dalam perangkat android
3. Laboratorium virtual sebagai media pembelajaran yang bersifat interaktif serta mensimulasikan alat-alat laboratorium dalam bentuk aplikasi.
4. Validasi Laboratorium virtual dilakukan oleh tim ahli materi, ahli media dan ahli berpikir kritis.

H. Spesifikasi Produk Yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Produk penelitian yaitu aplikasi laboratorium virtual berbasis android.
2. Produk dikembangkan melalui aplikasi *Unity* dalam bentuk portrait.
3. Laboratorium virtual memuat materi pokok sistem peredaran darah.
4. Fitur-fitur yang terdapat dalam media terdiri dari:
 - a. Capaian pembelajaran dan Indikator

Fitur ini berisikan capaian pembelajaran dan indikator materi sistem peredaran darah.

b. Materi

Fitur ini berisikan materi sistem peredaran darah terdiri dari komponen darah pada manusia, penggolongan darah, organ sistem peredaran darah dan gangguan atau penyakit pada sistem peredaran darah.

c. Praktikum

Fitur ini berisikan kegiatan praktikum yang terdiri dari 4 praktikum yaitu uji golongan darah, uji komponen sel darah, bedah organ jantung dan uji gangguan atau penyakit pada sistem peredaran darah serta terdapat fitur petunjuk penulisan laporan praktikum sebagai arahan untuk siswa dalam menulis laporan praktikum.

d. Kuis

Fitur ini berisikan soal-soal yang memuat pemecahan masalah untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa.

e. Profil Pengembang

Fitur ini berisikan biodata pengembang media laboratorium virtual.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Berpikir Kritis

a. Pengertian berpikir kritis

Seseorang membutuhkan kemampuan berpikir kritis untuk mengatasi berbagai masalah dalam kehidupan pribadi dan masyarakat. Kemampuan-kemampuan ini sangat berharga. Ada berbagai cara untuk mendefinisikan berpikir kritis. Menurut Facione (2011) berpikir kritis merupakan kemampuan untuk melakukan kontrol diri ketika menentukan apa yang penting. Berpikir kritis melibatkan pengendalian diri ketika membuat keputusan yang mengarah pada interpretasi, analisis, penilaian, dan kesimpulan. Hal ini juga melibatkan penggunaan konsep, kriteria, prosedur, bukti, dan faktor kontekstual sebagai dasar untuk keputusan tersebut.

Menurut Nuryanti et al., (2018) berpikir kritis adalah keterampilan menangani sebuah fenomena melalui langkah kompleks yang membutuhkan kecerdasan tinggi. Ennis (2011) menambahkan bahwa berpikir kritis berarti memiliki nalar kritis serta

beralasan dengan fokus terhadap keyakinan dan tindakan. Kemampuan ini meliputi pemahaman suatu masalah, merespon dan mengambil tindakan secara cermat, serta mampu mengkomunikasikan dengan tepat.

b. Karakteristik berpikir kritis

Fajari et al., (2013) menyatakan ada 6 karakteristik berpikir kritis yaitu:

- 1) Konseptualisasi berarti melihat sesuatu, peristiwa, atau suatu masalah dan mengembangkan suatu konsep atau gagasan.
- 2) Menyusun argumentasi secara rasional dan masuk akal, yaitu berdasarkan analisis dan data yang sebenarnya.
- 3) Reflektif, yaitu mengambil keputusan dan menganalisis fakta dan peristiwa berdasarkan disiplin ilmu, bukan asumsi.
- 4) Pemahaman sikap, yaitu kita mengidentifikasi baik dan buruknya suatu hal melalui pertanyaan mendasar berupa mengapa dan bagaimana hal itu terjadi.
- 5) Kemandirian berpikir yaitu memiliki keputusan dan kesimpulan yang tepat dan cermat.

c. Indikator berpikir kritis

Kemampuan berpikir kritis memiliki 5 indikator menurut Ennis (2011) yaitu:

- 1) Mengkomunikasikan sesuatu secara sederhana (memberikan serta menjawab pertanyaan tepat sasaran, melalui proses pemahaman yang rinci dan sesuai topik yang ada).
- 2) Membangun keterampilan dasar (melakukan pengamatan tingkat kevalidan data serta proses penelitiannya).
- 3) Menyimpulkan (mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi, menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi, membuat dan menentukan nilai pertimbangan).
- 4) Memaparkan sesuatu secara detail dan lugas (menyederhanakan suatu hal rumit serta mengolah pendapat yang masuk).
- 5) Merancang tindakan (memutuskan respon yang diambil dan bagaimana cara mengkomunikasikannya terhadap orang lain).

Tabel 2.1 Indikator Berpikir Kritis Menurut Ennis

Langkah	Keterampilan Berpikir Kritis	Mempertimbangkan Indikator
1.	Memberikan Penjelasan Sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	1. Memfokuskan pertanyaan 2. Menganalisis argumen 3. Bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi
2.	Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	4. Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak 5. Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi
3.	Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	6. Membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi 7. Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi 8. Membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan
4.	Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	9. Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi 10. Mengidentifikasi asumsi
5.	Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	11. Menentukan tindakan 12. Berinteraksi dengan orang lain

Sumber : (Ennis, 2011)

d. Faktor-faktor yang mempengaruhi berpikir kritis

- 1) Ardani & Suprpto (2014) menjelaskan bahwa model pembelajaran *Guided Inquiry* berbasis eksperimen mampu mempengaruhi berpikir kritis siswa, hal ini dibuktikan dengan siswa

berpartisipasi aktif dalam kelas melalui cerita fenomena dan pertanyaan-pertanyaan yang autentik untuk menguji permasalahan, serta menjalankan percobaan eksperimen.

- 2) Azzahra (2019) menjelaskan bahwa pembelajaran eksperimen dapat mempengaruhi berpikir kritis siswa, hal ini dibuktikan oleh fakta bahwa pembelajaran eksperimen dapat membuat siswa menjadi lebih aktif dalam percobaan, memberi mereka kesempatan untuk membuktikan ide dan teori, memberikan mereka keterampilan untuk menggunakan alat dan membuat siswa lebih percaya pada konsep yang telah dicobanya sendiri.
- 3) Hamdani et al., (2019) menunjukkan bahwa metode eksperimen dapat mempengaruhi peningkatan kemampuan berpikir kritis, hal ini dibuktikan dengan siswa berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran dan melakukan kegiatan percobaan ilmiah langsung untuk menunjukkan gejala alam, memberi mereka pemahaman yang lebih mendalam tentang gejala atau peristiwa.

2. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Saat proses pembelajaran, pasti terjadi interaksi dua pihak, yaitu guru dan murid. Interaksi ini berupa transaksi serah terima informasi, dimana guru sebagai orang yang memberi sedangkan siswa menjadi orang yang menerima. Jika terjalin interaksi yang baik antara kedua pihak maka proses ini akan berhasil. Bagusnya interaksi dalam pembelajaran diketahui ketika siswa mampu memahami informasi apa yang diberikan oleh guru (Ramayanti, 2022). Pembelajaran yang bagus berasal dari interaksi atau komunikasi yang baik. Agar terciptanya hal tersebut maka salah satu solusinya dengan adanya media atau alat komunikasi yang efektif (Hasan et al., 2021).

Secara harfiah media merujuk pada istilah bahasa Arab yang bermakna perantara atau pengantar pesan dari pengirim ke penerima. Istilah ini juga terdapat di bahasa Latin *medius*, yang berarti "tengah", "perantara", atau "pengantar". (Arsyad, 2016). Fungsi utama dari media adalah untuk alat serah terima informasi baik atau

penghubung antara pengirim dan penerima (Rusman et al., 2013).

Menurut Asosiasi Pendidikan Nasional (*National Education Association/NEA*), terdapat definisi berbeda tentang media. Media adalah bentuk komunikasi, termasuk cetak dan audiovisual, dan perangkatnya. Media harus mampu dimanipulasi, didengar, dibaca dan dilihat (Sardiman, 2014). Kata pembelajaran memiliki arti yang lebih proaktif dalam proses belajar, hal ini karena perlunya saling berinteraksi atau merespon antara guru dengan murid sehingga timbul kelas pembelajaran yang aktif. Pembelajaran merupakan suatu proses interaksi antara guru dan siswa yang mencakup sumber belajar dan media yang digunakan untuk mengubah keterampilan kognitif, afektif dan motorik (Hamzah & Lamatenggo, 2011).

Pembuatan berbagai media pembelajaran yang menarik dan bervariasi dapat membuat aktivitas pembelajaran bermakna bagi siswa. Menurut Nurrita (2018) dengan media pembelajaran yang tepat mampu menjadikan siswa terdorong untuk belajar dan memudahkan memahami suatu materi. Salah satu fungsi dari

media pembelajaran yaitu sebagai alat bantu guru mengkomunikasikan materi kepada siswa agar pembelajaran lebih efisien dan mudah dipahami (Musfiqon, 2012). Solekhah (2020) menyatakan bahwa media pembelajaran digunakan untuk membuat pembelajaran menyenangkan, menginspirasi, dan mudah dipahami. Hal ini memungkinkan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Siswa dapat menjadi lebih termotivasi selama proses pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran yang menarik.

b. Fungsi Media Pembelajaran

Umar (2014) mengemukakan bahwa terdapat berbagai fungsi media pembelajaran, diantaranya membantu siswa dan guru untuk melalui kegiatan pembelajaran dengan mudah, menyediakan pengalaman yang lebih nyata (mengubah konsep abstrak menjadi konkret), menarik minat siswa, menjadikan pembelajaran lebih menyenangkan, mengaktifkan semua indera siswa, serta menghubungkan teori dengan kehidupan sehari-hari. Media sangat bermanfaat untuk proses pembelajaran karena membuat proses pembelajaran lebih terarah, terbimbing,

teratur, dan teratur sesuai dengan tujuan pendidikan (Indriyani, 2019).

c. Peran Media Pembelajaran

Media memiliki peran yang sangat penting dalam suatu pembelajaran. Jauhari (2018) menyatakan bahwa media mampu menjadi sarana pembelajaran yang efisien. Hal ini karena media mampu menjadi alternatif dalam terbentuknya pembelajaran yang berkualitas dan efisien. Oleh karena itu, pembelajaran siswa yang dibantu oleh media akan menghasilkan proses dan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran siswa tanpa bantuan media. Media tidak hanya berperan sebagai alat komunikasi antara guru dan siswa, tetapi juga merupakan bagian penting dari interaksi antar komponen yang saling mempengaruhi (Umar, 2014).

3. Laboratorium Virtual

Media laboratorium virtual adalah salah satu contoh perkembangan teknologi komunikasi modern yang sangat pesat dengan berbagai bentuk dan fitur (Latifah, 2019). Virtualisasi adalah proses membuat media menjadi sistem yang mirip dengan objek asli sehingga dapat digunakan dengan cara yang sama

(Andi, 2014). Virtualisasi memiliki potensi besar dalam menciptakan pembelajaran yang aktif bagi siswa, karena apa pun yang dibayangkan dapat diwujudkan dalam virtualisasi (Munir, 2017).

Laboratorium virtual adalah media pembelajaran multimedia interaktif yang memungkinkan pengguna melakukan kegiatan praktikum secara mandiri di manapun dan kapanpun, seperti bekerja di laboratorium nyata (Lestari et al., 2023). Menurut Sanova (2017) laboratorium virtual berisi alat laboratorium yang berfungsi sebagai alat riil. Hal ini membantu siswa mengamati prosedur percobaan sambil memperhatikan gambar, seolah-olah mereka berinteraksi dengan praktikum mandiri yang lebih fleksibel. Laboratorium virtual dapat membantu meningkatkan pengalaman belajar dan membuat konsep yang abstrak lebih mudah dipahami (Rasyida et al., 2015).

Menurut Adi et al., (2016) *Virtual Laboratory* merupakan salah satu media yang bisa menjadi alternatif pada pembelajaran biologi. Laboratorium virtual mampu membantu siswa memahami materi yang sangat kompleks dan mengintegrasikan keterampilan abad ke-21. Ini juga dapat mendorong

pembelajaran berpusat pada siswa dan meningkatkan pemahaman siswa tentang materi yang kompleks (Setiawati et al., 2021). Kelebihan laboratorium virtual yaitu setiap fase percobaan dapat diakses melalui perangkat lunak pembelajaran, sehingga menjadikan aktivitas praktikum lebih efisien, aman dan bebas biaya pemeliharaan yang tinggi (Jaya, 2013).

4. Keunggulan dan Kelemahan Laboratorium Virtual

a. Keunggulan Laboratorium Virtual

Menurut Wibawanto (2020) secara khusus, terdapat berbagai keunggulan pada media laboratorium virtual, diantaranya sebagai berikut:

- 1) Pembelajaran laboratorium virtual yang dapat dipersonalisasi dapat mendukung siswa dengan berbagai gaya belajar melalui pengalaman multisensori. Percobaan menjadi lebih mudah dipahami oleh siswa, mereka tidak khawatir melakukan kesalahan dan mereka dapat mengulanginya berkali-kali hingga mereka dapat menemukan metode yang benar. Sebelum siswa melakukan percobaan nyata di laboratorium konvensional, laboratorium virtual dapat digunakan sebagai alat latihan.

- 2) Untuk mengatasi keterbatasan sumber daya, adanya laboratorium virtual menjadi solusi yang efisien dalam pembelajaran praktikum. Hal ini adalah solusi menarik untuk sekolah dengan sumber daya terbatas, ruang, dan peralatan laboratorium modern.
- 3) Visualisasi yang kompleks, seperti visualisasi grafis di laboratorium virtual mendorong pikiran siswa untuk memahami konsep tertentu dan memungkinkan pembelajaran berdasarkan pengalaman. Mengubah representasi abstrak menjadi pengalaman yang lebih nyata dan peserta didik juga dapat tetap fokus pada konsep inti tanpa gangguan.
- 4) Pembelajaran berbasis kasus dalam laboratorium virtual biasanya berfokus pada tema tertentu. Pilihan eksperimen dan percobaan yang sesuai dengan kasus tertentu. Aplikasi laboratorium virtual mampu menjadi sarana untuk pembelajaran yang menyeluruh karena kemampuan mereka untuk mengetahui berbagai situasi dan membuat kesimpulan terkait situasi tersebut.

- 5) Laboratorium virtual menawarkan fleksibilitas dengan memungkinkan penyesuaian waktu seperti, mempercepat, memperlambat, menghentikan, atau mengulang. Hal ini sangat penting karena mampu memberikan fleksibilitas kepada siswa untuk memahami secara mendalam dan berulang.
- 6) Mengubah kegagalan menjadi aktivitas produktif di laboratorium virtual, siswa dapat menjalankan praktikum dalam berbagai kondisi yang memungkinkan kesalahan. Setelah menganalisis kondisi dan kesalahan, simulasi akan memberikan umpan balik.
- 7) Gamifikasi membuat praktikum menjadi menyenangkan.

b. Kekurangan Laboratorium Virtual

Menurut Herrani (2015) kelemahan dalam Laboratorium Virtual antara lain:

- 1) Untuk menjalankan simulasi praktikum, siswa harus terhubung ke internet.
- 2) Penyedia layanan laboratorium virtual kebanyakan visual yang ditampilkan berbahasa bahasa Inggris, sehingga memiliki pengetahuan

yang terbatas tentang tahapan melakukan praktikum online.

- 3) Kurangnya pengalaman langsung di laboratorium membuat siswa kebingungan dalam mengoperasikan alat laboratorium.

5. Hasil Penelitian Tentang Pengembangan Laboratorium Virtual

Sejumlah penelitian tentang pengembangan laboratorium virtual seperti penelitian Mauliana (2022) menunjukkan bahwa Materi struktur tumbuhan melalui praktikum virtual berbasis android mampu menjadikan berpikir kritis siswa lebih baik. Hasil penelitian Yuniarti et al., (2012) menunjukkan bahwa pengembangan *virtual laboratory* sebagai media pembelajaran berbasis komputer pada materi pembiakan virus layak digunakan sebagai media pembelajaran berbasis komputer dan hasil penelitian Sholikhati (2018) menunjukkan bahwa *virtual laboratory* dengan adobe flash cs berintegrasi sains islam sebagai media instruksional pada materi virus layak digunakan sebagai media instruksional pada materi virus.

6. Sistem Peredaran Darah

A. Analisis Materi Sistem Peredaran Darah

Materi sistem peredaran darah merupakan materi Biologi yang dipelajari di kelas XI. Berikut capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), alur tujuan pembelajaran (ATP), dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang tertera pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 CP, TP, ATP dan IPK

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi
Akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel serta bioproses yang terjadi seperti transpor membran dan pembelahan sel, menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut, memahami fungsi enzim dan mengenal proses metabolisme	- Peserta didik dapat menjelaskan definisi sistem peredaran darah manusia - Peserta didik dapat menyebutkan faktor-faktor pembekuan darah - Peserta didik dapat mengidentifikasi komponen penyusun darah - Peserta didik dapat mengidentifikasi komponen penyusun darah - Peserta didik dapat mengidentifikasi golongan darah	- Menjelaskan definisi sistem peredaran darah manusia - Menyebutkan faktor-faktor pembekuan darah - Mengidentifikasi komponen penyusun darah - Mengidentifikasi golongan darah pada manusia - Menganalisis mekanisme sistem peredaran darah pada manusia	3.6.1 Menjelaskan definisi sistem peredaran darah 3.6.2 Menyebutkan faktor-faktor pembekuan darah 3.6.3 Mengidentifikasi komponen penyusun darah 3.6.4 Mengidentifikasi golongan darah

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi
<p>yang terjadi dalam tubuh serta memiliki kemampuan menerapkan konsep pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi, dan inovasi teknologi biologi.</p> <p>Kompetensi awal Peserta didik melakukan analisis untuk menemukan keterkaitan sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tertentu (Fase F)</p>	<p>darah pada manusia - Peserta didik dapat menganalisis mekanisme sistem peredaran darah pada manusia</p> <p>Peserta didik dapat mengidentifikasi kelainan dan gangguan pada sistem peredaran darah</p>	<p>Mengidentifikasi kelainan dan gangguan pada sistem peredaran darah</p>	<p>3.6.5 Menganalisis mekanisme sistem peredaran darah</p> <p>3.6.6 Mengidentifikasi kelainan dan gangguan pada sistem peredaran darah</p>

B. Cakupan Materi

1) Definisi Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah adalah suatu sistem di mana berbagai zat penting bersirkulasi di dalam tubuh dan zat-zat sisanya akan dikeluarkan dari tubuh. Darah

merupakan alat transportasi utama manusia, darah didalam tubuh manusia beredar dibantu oleh jantung dan pembuluh darah (Campbell, 2012).

Allah telah mengatur bentuk dan fungsi sistem peredaran darah sesempurna mungkin. Allah mengatur cara darah mengalir dari jantung, pembuluh darah dan lainnya. Sesuai dengan firman Allah yang terdapat pada Q.S Qaff ayat 16 yang berbunyi:

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ وَنَعْلَمُ مَا تُوَسْوِسُ بِهِ نَفْسُهُ
وَنَحْنُ أَقْرَبُ إِلَيْهِ مِنْ حَبْلِ الْوَرِيدِ ۝

Artinya: “Sungguh, Kami benar-benar telah menciptakan manusia dan mengetahui apa yang dibisikkan oleh dirinya. Kami lebih dekat kepadanya daripada urat lehernya” (Qs.Qaff: 16).

Tafsir ringkas menurut Kementerian Agama RI pada Qs. Qaff Ayat 16 menyatakan bahwa Allah maha tahu tentang semua yang ada pada manusia, baik yang terbuka maupun yang tidak. Kami percaya bahwa Allah menjadikan ibu dan bapak sebagai penyalur dalam menciptakan manusia dan Allah

mengetahui segala isi hati manusia, bahkan yang paling rahasia. Kami sangat dekat dengannya bahkan lebih dekat daripada urat yang dilingkarinya. Kami percaya bahwa Allah mengetahui segala keadaan manusia, termasuk berbagai bentuk perasaan yang dialaminya (Shofia, 2023).

Ayat diatas diterangkan bahwa ayat tersebut berhubungan dengan pembuluh darah dibagian leher manusia. Setiap manusia memiliki sistem peredaran darah yang mana darah mengalir dari jantung menuju paru-paru kemudian dialirkan menuju ke seluruh tubuh. Proses tersebut terjadi secara terus-menerus.

2) Komponen Penyusun Darah

Menurut Larasuci (2018) darah terdiri dari dua komponen utama yaitu:

a) Plasma darah

Plasma darah adalah cairan berwarna kunyng berfungsi untuk membawa sel darah sebanyak 55%, yang terdiri dari 92% air, 7 % protein dan 1% persen nutrisi, serta hasil metabolisme, gas

pernapasan, enzim, hormon, faktor koagulasi dan garam organik.

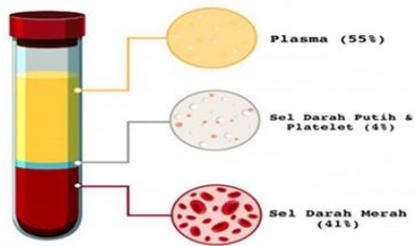
b) Sel-sel darah/butir darah

Komponen sel darah terdiri dari sekitar 45% eritrosit atau sel darah merah yang berfungsi untuk mengikat oksigen agar dapat dibawa ke seluruh tubuh oleh darah. Selain itu, ada leukosit atau sel darah putih yang menjaga sistem kekebalan tubuh dan melindungi tubuh dari infeksi, serta trombosit yang membantu proses pembekuan darah.

3) Golongan Darah

Golongan darah adalah sistem klasifikasi darah yang bergantung pada jenis antigen yang terdapat di dalamnya (Nadia et al., 2010). Sistem ABO ditemukan oleh Landsteiner dengan 3 jenis golongan darah yaitu A, B dan O, tahun 1901 ditemukan kembali jenis golongan darah keempat yaitu golongan darah AB (Farhud & Yeganeh, 2013). Adanya antigen (aglutinogen) tipe A dan tipe B pada permukaan eritrosit serta adanya antibodi (aglutinin) tipe α (anti-A)

dan tipe β (anti-B) dalam plasma darah menentukan penggolongan darah sistem ABO.



Gambar 2.1 Komponen Penyusun darah

(Sumber : Solahuddin, 2021)

4) Mekanisme Siklus Peredaran Darah Kecil dan Besar

Mekanisme peredaran darah kecil dan peredaran darah besar menurut Kwarrie et al., (2015) sebagai berikut:

- a) Peredaran darah kecil Peredaran darah kecil terjadi ketika darah mengalir dari jantung ke paru-paru dan kemudian kembali ke jantung
- b) Peredaran darah besar terjadi ketika darah mengalir dari bilik kiri jantung ke

serambi kanan jantung dan kemudian kembali ke jantung.

5) Gangguan atau Penyakit Sistem Peredaran Darah

a) Gangguan atau penyakit yang berhubungan dengan darah dapat terjadi karena faktor keturunan (Fitriyani, 2017)

- Hemofilia adalah kelainan darah dimana darah tidak mudah menggumpal karena faktor keturunan (genetik).
- Anemia adalah rendahnya kadar hemoglobin akibat kurangnya jumlah sel darah merah dalam tubuh dari batas normal.
- Polisitemia adalah kenaikan jumlah sel darah merah akibat peningkatan kekentalan darah.
- Leukemia adalah kenaikan jumlah sel darah putih yang tidak terkendali sehingga dapat menyebabkan kanker darah.

- Leukopenia adalah menurunnya jumlah sel darah putih akibat infeksi demam tifoid.
- Varises adalah penyakit yang menyebabkan pembuluh darah vena melebar dan dapat terjadi di bagian betis kaki, sedangkan varises anus disebut dengan wasir.

b) Gangguan yang berhubungan dengan jantung dan pembuluh darah

- Sklerosis merupakan gangguan yang diakibatkan oleh endapan senyawa lemak atau zat kapur sehingga terjadi pengerasan pada pembuluh nadi.
- Stroke merupakan penyakit pembuluh darah otak akibat tersumbatnya pembuluh arteri dalam otak.
- Demam Berdarah Dengue (DBD) disebabkan oleh gigitan nyamuk *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus* yang telah terinfeksi virus Dengue dan menyerang sistem peredaran darah. Infeksi tersebut menimbulkan

gejala awal DBD yang ditandai dengan demam akut.

- Hipertensi merupakan penyakit dimana tekanan darah sistolik pada tubuh seseorang lebih dari atau sama dengan 140 mmHg dan atau tekanan darah diastolik lebih dari atau sama dengan 90 mmHg.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah :

1. Nurhayati (2017) dengan riset yang berjudul “Penerapan Laboratorium Virtual Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Konsep Sistem Ekskresi”. Riset ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa di kelas XI IPA 5 di SMA Negeri 1 Jalancagak dapat ditingkatkan dengan menggunakan sistem ekskresi. Hasil riset membuktikan bahwa media virtual secara efektif meningkatkan motivasi dan minat siswa untuk belajar, memungkinkan mereka untuk terlibat dalam kegiatan praktikum. Oleh karena itu, penggunaan media laboratorium virtual untuk konsep sistem

ekskresi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

2. Latifah (2019) dengan riset yang berjudul “Pengembangan Praktikum Virtual Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Biologi untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI di Tingkat SMA/MA”. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media praktikum virtual berbasis android yang dilihat dari segi kelayakan dan keefektifan media praktikum virtual berbasis android dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Jenis penelitian ini adalah penelitian R&D (*Research & Development*) yang mengacu pada tahapan penelitian dan pengembangan oleh Borg and Gall sampai dengan tahapan 9. Berdasarkan hasil penelitian pada kelayakan media praktikum virtual berbasis android dikatakan “sangat layak” untuk digunakan sebagai media pembelajaran biologi dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI. Hal tersebut terlihat dari hasil persentase rata-rata validator ahli media sebesar 99,30%, validator ahli materi sebesar 97,92%, dan validator ahli bahasa sebesar 82,35% sehingga dapat

disimpulkan bahwa rata-rata dari ketiga validator memiliki kriteria “Sangat Layak”.

3. Pramita (2021) dengan riset yang berjudul “Pengembangan Virtual Laboratory Biologi pada Praktikum Uji Golongan Darah”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengembangan, kelayakan dan respon peserta didik dari Virtual Laboratory Biologi pada Praktikum Uji Golongan Darah. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) berdasarkan metode Sugiyono dengan delapan tahapan yaitu, potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi produk, revisi produk, uji coba produk, revisi produk dan produk final. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase penilaian media oleh ahli materi sebesar 92%, ahli media sebesar 93% dan guru Biologi (praktisi lapangan) sebesar 92%. Sedangkan hasil perolehan dari respon peserta didik memperoleh nilai 90%, sehingga dapat disimpulkan bahwa Virtual Laboratory Biologi tersebut layak digunakan untuk kegiatan praktikum pada materi sistem sirkulasi.
4. Arum (2022) dengan riset yang berjudul “Pengembangan Media Praktikum Virtual Berbasis Android Materi Sistem Ekskresi untuk Meningkatkan

Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI Tingkat SMA”. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media praktikum virtual berbasis android untuk meningkatkan literasi sains peserta didik pada materi sistem sirkulasi. Jenis penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) yang menggunakan teori Borg and Gall sampai dengan 9 Langkah. Berdasarkan hasil penelitian pada kelayakan media praktikum virtual berbasis android dikatakan “sangat layak” untuk digunakan sebagai media pembelajaran biologi dalam meningkatkan literasi sains peserta didik kelas XI. Hal tersebut terlihat dari hasil persentase rata-rata validator ahli media sebesar 96,52%, validator ahli materi sebesar 89,58%, dan validator ahli bahasa sebesar 93,43% sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata dari ketiga validator memiliki kriteria “Sangat Layak”.

5. Mauliana (2022) dengan riset yang berjudul “Pengembangan Media Praktikum Virtual Berbasis Android Materi Struktur Tumbuhan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI Tingkat SMA”. 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. Berdasarkan 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".

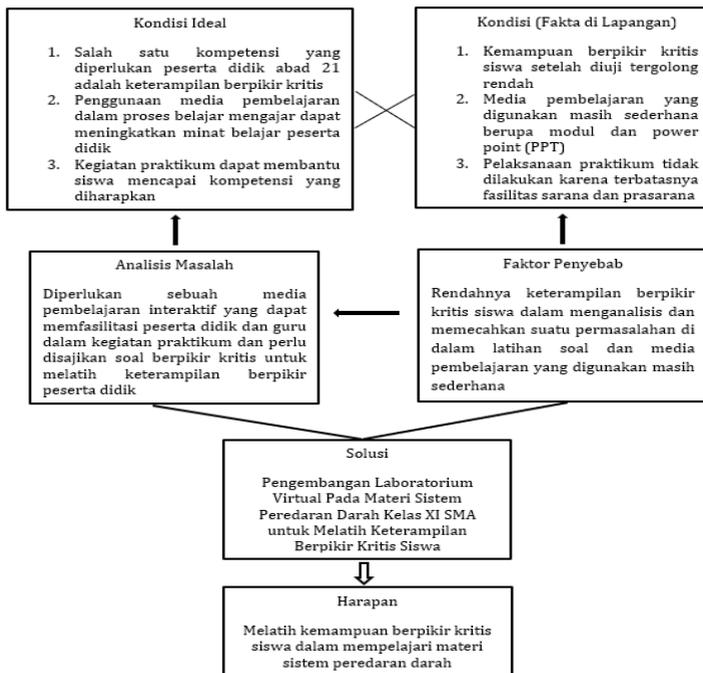
6. Mahera (2023) dengan riset yang berjudul "Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Berbantuan Laboratorium Virtual pada Materi Sifat-Sifat Cahaya". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penerapan model pembelajaran inkuiri berbantuan laboratorium virtual pada materi sifat-sifat Cahaya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penerapan model inkuiri

berbantuan laboratorium virtual pada materi sifat-sifat cahaya.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir terdiri dari gagasan yang menentukan tentang apa yang perlu dipertimbangkan saat melakukan penelitian dan seberapa valid proses penelitian secara keseluruhan (Arif et al., 2019). Kerangka berpikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Kerangka berpikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



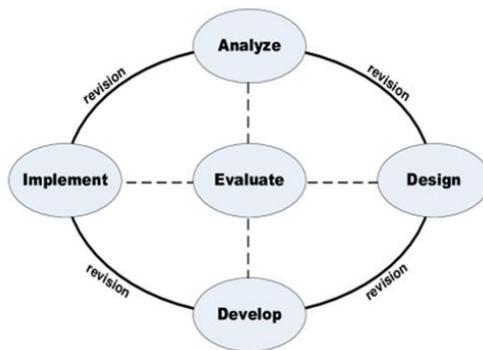
Gambar 2.2 Bagan Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Pengembangan media laboratorium virtual menggunakan jenis penelitian *Research and Development* (R&D). Media yang dikembangkan memuat materi sistem peredaran darah untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Model pengembangan yang digunakan yaitu model Addie yang terdiri dari *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation* (ADDIE) (Sugiyono, 2015). Dick and Carry pada tahun 1996 mengembangkan model ADDIE untuk membangun sistem pembelajaran (Susanto & Ayuni, 2017).



Gambar 3.1 Alur Pengembangan Model Addie

(Sumber : Branch, 2009)

B. Prosedur Pengembangan

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap ini dilakukan analisis masalah yang mendasari penelitian pengembangan. Observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran Biologi, analisis kebutuhan siswa, serta analisis dokumen bahan ajar dilaksanakan agar memperoleh informasi mendasar terkait penelitian pengembangan ini. Evaluasi pada tahap ini adalah masukan dari dosen pembimbing dan guru biologi. Tahap wawancara guru Biologi terlampir pada **Lampiran 1** dan **Lampiran 2**. Tahap analisis kebutuhan siswa pada **Lampiran 3** dan analisis dokumen bahan ajar pada **Lampiran 7**.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap desain melibatkan pembuatan rancangan materi, desain, dan instrumen yang akan digunakan dalam tahap pengembangan. Hasil analisis digunakan untuk menyesuaikan tahap perancangan materi dengan mengatur alur pembelajaran untuk penyajian materi. Perancangan bentuk desain akan dibuat sesuai dengan materi sistem peredaran darah setelah perancangan materi selesai. Setelah itu membuat instrumen yang akan digunakan untuk

validasi dan angket untuk uji coba di lapangan. Pembuatan instrumen validasi dilihat dari segi materi dan segi desain untuk penilaian kelayakan media pembelajaran berupa laboratorium virtual yang di kembangkan. Evaluasi pada tahap ini merupakan revisi terhadap desain yang telah dilakukan.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap ini dilakukan realisasi pembuatan Laboratorium Virtual dengan langkah awal membuat kerangka awal (*wireframe*), lalu selanjutnya menentukan sketsa desain gambar animasi yang akan digunakan (*storyboard*), dan mengatur alur berjalannya game (*gameplay*). Setelah itu, untuk mengetahui apakah desain laboratorium virtual memerlukan tindakan lebih lanjut, dapat konsultasikan dengan dosen pembimbing dan untuk mengetahui seberapa layak media pembelajaran laboratorium virtual dapat melalui validator ahli.

Adapun validator yang digunakan yaitu validator ahli materi, validator ahli media, validator ahli berpikir kritis dan validator guru Biologi. Semua validator nantinya akan memberikan penilaian, saran, dan komentar yang akan menjadi masukan bagi peneliti untuk memperbaiki media pembelajaran yang

dikembangkan menjadi lebih baik dan layak untuk digunakan. Evaluasi pada tahap ini adalah revisi produk dari validator ahli materi, validator ahli media, validator ahli berpikir kritis dan validator guru Biologi.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi dilakukan uji coba produk kepada siswa serta menyebarkan angket respon. Validasi media laboratorium virtual sesuai dengan indikator atau aspek validasi didasarkan pada hasil respon siswa. Hasilnya akan menjadi catatan peneliti untuk merevisi produk. Evaluasi pada tahap ini merupakan hasil kritik dan saran dari responden yaitu siswa kelas XI SMAIT Bunayya.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Analisis penilaian kualitas kelayakan dan kepraktisan hasil pengembangan dilakukan pada tahap evaluasi. Adapun hasil pengembangan ditinjau dari segi kemudahan penggunaan, tampilan, dan penilaian terhadap media yang digunakan dalam proses pembelajaran materi sistem peredaran darah. Umpan balik terhadap produk yang telah dibuat dengan menggunakan hasil evaluasi. Kemudian hasil

evaluasi tersebut akan diperbaiki (direvisi) sesuai dengan hasil penilaian evaluasi.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Uji produk dilakukan agar aplikasi laboratorium virtual layak digunakan. Aplikasi laboratorium virtual divalidasi melalui para ahli yang mencakup ahli materi, ahli media, dan ahli berpikir kritis. Uji produk skala kecil dilakukan untuk mengetahui kelayakan media terhadap siswa kelas XI. Subjek pada uji kelayakan yaitu 16 siswa kelas XI SMA. Peneliti dapat mengamati aktivitas subjek selama uji coba produk. Setelah pembelajaran selesai, peneliti dapat menggunakan angket yang diberikan untuk menilai tanggapan siswa terhadap produk.

a. Subjek Coba

Penelitian dilaksanakan di SMAIT Bunayya dengan siswa kelas XI sebagai subjek penelitian, lalu dilakukan uji skala kecil dengan jumlah 16 siswa. Menurut Branch (2009) angket optimum dari uji coba kelompok kecil adalah antara 8 hingga 20 orang. Teknik sampling menggunakan *purposive sampling* adalah metode pengambilan sampel yang didasarkan pada pertimbangan

khusus dan penentuan kriteria objek penelitian (Sugiyono, 2019).

b. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1) Observasi

Peneliti melakukan observasi secara langsung ke SMAIT Bunayya. Observasi merupakan bagian dari proses pengumpulan data. Hasil observasi akan menjadi acuan untuk ke tahapan selanjutnya.

2) Wawancara

Peneliti melakukan wawancara langsung dengan guru mata pelajaran Biologi di SMAIT Bunayya. Instrumen wawancara terlampir pada **Lampiran 1**. Setelah mendapatkan hasil wawancara, hasil tersebut menjadi acuan latar belakang permasalahan terkait proses kegiatan belajar mengajar, penggunaan media, serta permasalahan siswa dalam materi tertentu. Hasil wawancara terlampir pada **Lampiran 2**.

3) Angket

Angket bertujuan untuk memperoleh data dari penilaian ahli materi pada

Lampiran 9, ahli media pembelajaran pada **Lampiran 11**, penilaian ahli berpikir kritis pada **Lampiran 13**, penilaian ahli guru Biologi pada **Lampiran 15**, dan respon siswa terhadap media laboratorium virtual pada **Lampiran 16**. Uji kelayakan pada media laboratorium virtual menggunakan jenis angket berupa daftar cocok (*checklist*) yang bermuat deretan pernyataan pendek atau singkat yang mana tugas responden memberikan tanda centang (\checkmark) di tempat yang disajikan (Sugiyono, 2018).

Penilaian data angket pada penelitian ini akan dianalisis dalam bentuk persentase menggunakan skala likert. Metode pengukuran yang dipakai untuk menilai sikap, pendapat dan pandangan individu terhadap fenomena sosial adalah skala likert. Metode ini juga merupakan salah satu skala pengukuran yang sering dipakai dalam penelitian (Sugiyono, 2018). Berikut tabel skala likert pada **Tabel 3.1** dan tabel skor tanggapan pada **Tabel 3.2**

Tabel 3.1 Skala Likert

No.	Jawaban	Skor
1.	Sangat Setuju (SS)	5
2.	Setuju (S)	4
3.	Kurang Setuju (KS)	3
4.	Tidak Setuju (TS)	2
5.	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Sumber : (Sugiyono, 2018)

Tabel 3.2 Skor Tanggapan

No.	Jawaban	Skor
1.	Sangat Baik (SB)	4
2.	Baik (B)	3
3.	Kurang Baik (KB)	2
4.	Sangat Kurang (SK)	1

Sumber : (Sugiyono, 2018)

Data bersifat penting dalam suatu penelitian, saat mengumpulkan data diperlukan teknik dan instrumen. Penjelasan tentang teknik pengumpulan data dan instrumen yang akan digunakan dalam penelitian disajikan pada **Tabel 3.3** berikut:

Tabel 3.3 Teknik Instrumen dan Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan Data	Instrumen Pengumpulan Data	Kebutuhan Peneliti
Observasi	Pedoman Observasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observasi sarana dan prasarana sekolah 2. Observasi bahan ajar yang digunakan 3. Observasi kebutuhan media pembelajaran yang diperlukan
Wawancara	Pedoman Wawancara	<ol style="list-style-type: none"> 4. Media pembelajaran yang diterapkan 5. Kendala tentang media pembelajaran 6. Pengukuran keterampilan abad 21 pernah dilakukan atau belum pernah dilakukan
Kuisisioner (Angket)	Angket (butir-butir pertanyaan) 1. Respon siswa Pra penelitian	Masalah / kendala pelaksanaan praktikum karena terbatasnya fasilitas sekolah
	2. Respon siswa dan guru	Respon penilaian produk laboratorium virtual
	Lembar Validasi Aspek: 1. Materi 2. Media 3. Berpikir kritis	Penilaian kualitas produk petunjuk praktikum yang dikembangkan

4) Teknik Instrumen Tes

Tes digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI SMAIT Bunayya. Instrumen tes berupa soal essay yang akan dikerjakan oleh siswa sebagai data awal penelitian pengembangan. Instrumen soal disusun berdasarkan indikator dari Ennis (2011), instrumen soal berpikir kritis terlampir pada **Lampiran 4**.

5) Teknik Dokumentasi

Teknik dokumentasi adalah teknik pengumpulan data melalui proses pengumpulan, pengolahan, pemilihan, dan penyimpanan informasi. Tahap awal pengembangan media dilakukan teknik dokumentasi berupa catatan penelitian, angket, desain, dan uji coba produk ke siswa dalam bentuk foto. Dokumentasi tersebut digunakan untuk melengkapi data, baik dari hasil wawancara, hasil observasi maupun hasil penelitian.

6) Teknik Analisis Dokumen

Teknik analisis dokumen ini berupa analisis bahan ajar yang digunakan oleh guru

seperti modul, lembar kerja peserta didik (LKPD), buku paket dan power point (PPT). Hasil dari analisis dokumen bahan ajar ini akan menjadi pondasi utama dalam menguatkan permasalahan yang ada di latar belakang penelitian ini. Hasil analisis dokumen bahan ajar terlampir pada **Lampiran 7**, setelah dianalisis didapatkan bahwa dokumen bahan ajar yang digunakan oleh guru belum membantu siswa dalam melatih berpikir kritis kritis karena tidak tersedianya latihan-latihan soal dalam bahan ajar tersebut.

c. Teknik Analisis Data

Menurut Hardani et al., (2020) teknik analisis data adalah proses mencari dan menyusun data hasil penelitian secara konsisten. Hal ini dilakukan dengan menghubungkan data ke dalam kategori, memberikan deskripsi serta menarik kesimpulan agar lebih mudah dipahami. Penelitian ini menggunakan teknik analisis data kualitatif dan kuantitatif.

- a. Data kuantitatif berbentuk angka-angka yang didapatkan berdasarkan hasil validasi para

validator berguna untuk mengetahui kelayakan media yang dikembangkan yang didasarkan pada validasi ahli materi, validasi ahli media, validasi ahli berpikir kritis, validasi guru Biologi dan respon siswa.

- b. Data kualitatif dituliskan dalam bentuk deskriptif yang berisi kritik dan saran. Hasil analisis data kualitatif dijadikan acuan untuk penyempurnaan produk yang dikembangkan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif persentase menggunakan rumus berikut :

$$\text{Presentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor tertinggi ideal}} \times 100\%$$

Tabel 3.4 Kriteria Kelayakan Media

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100%-81%	Sangat Layak
80%-61%	Layak
60%-41%	Cukup Layak
40%-21%	Tidak Layak
20%-0%	Sangat Tidak Layak

Sumber : (Sugiyono, 2019)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan aplikasi laboratorium virtual yang berfungsi sebagai media alternatif untuk pembelajaran dalam kegiatan praktikum yang mencakup materi tentang sistem peredaran darah. Aplikasi laboratorium virtual dilengkapi dengan fitur-fitur menarik seperti fitur *home* berfungsi sebagai *icon-icon* menu yang ada dalam aplikasi laboratorium virtual. Fitur capaian pembelajaran dan indikator yang berfungsi agar siswa memahami kompetensi dan tujuan pembelajaran yang harus dipenuhi pada materi sistem peredaran darah.

Fitur materi berfungsi sebagai wadah penyajian materi pembelajaran untuk siswa. Fitur kegiatan praktikum berfungsi untuk melakukan praktikum materi sistem peredaran darah secara virtual. Fitur petunjuk penulisan laporan praktikum berfungsi untuk mengarahkan siswa dalam sistematika penulisan laporan praktikum yang benar dan fitur menu kuis berfungsi untuk melatih siswa dalam berpikir kritis dengan disajikan soal-soal berpikir kritis.

Pengembangan produk pada penelitian ini menerapkan model ADDIE melalui tahapan berikut ini:

1. Analisis (*Analysis*)

Pengumpulan data primer dilakukan untuk memperkuat latar belakang pada tahap analisis yang terdiri dari observasi, wawancara guru biologi dan penyebaran angket analisis kebutuhan siswa kelas XI SMAIT Bunayya serta analisis dokumen bahan ajar. Hal ini dilakukan agar memperoleh informasi yang nantinya digunakan dalam penelitian. Analisis masalah dan kebutuhan siswa serta guru selama proses pembelajaran adalah langkah awal dalam pengembangan media ini. Hasil wawancara guru Biologi didapatkan informasi terjadinya permasalahan dalam melakukan kegiatan praktikum karena terbatasnya fasilitas di sekolah yang terlampir pada **Lampiran 2**.

Hasil analisis dokumen bahan ajar yang terlampir pada **Lampiran 7**, menunjukkan bahwa latihan soal yang terdapat pada dokumen bahan ajar guru Biologi masih belum dapat melatih berpikir kritis siswa. Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan siswa yang terlampir pada **Lampiran 3**, siswa menyatakan bahwa pertama 88,9% siswa juga menyatakan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis android dapat meningkatkan motivasi dalam

pembelajaran biologi. Kedua, 77,8% siswa memerlukan media pembelajaran alternatif ketika kegiatan praktikum secara langsung tidak dapat dilaksanakan. Ketiga, sebanyak 88,9% siswa setuju jika media laboratorium virtual dikembangkan sebagai alternatif dalam pelaksanaan kegiatan praktikum. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pengembangan laboratorium virtual sebagai media alternatif pembelajaran praktikum dapat membantu siswa kelas XI SMAIT Bunayya dalam proses pembelajaran biologi.

2. Perancangan (*Design*)

Tahap desain berisi perancangan produk laboratorium virtual yang meliputi pembuatan rancangan materi, pembuatan desain laboratorium virtual, dan merancang instrumen uji kelayakan terhadap media yang dikembangkan. Adapun langkah yang diambil oleh peneliti pada tahap desain sebagai berikut:

a. Penentuan Materi

Salah satu materi biologi yang dapat diterapkan dalam praktikum adalah sistem peredaran darah. Materi ini memiliki capaian kompetensi dasar (C4) yaitu kemampuan

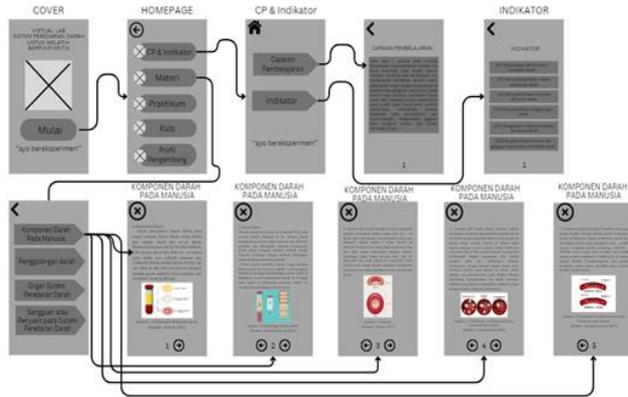
menganalisis, terdapat beberapa materi pada sistem peredaran darah yang dapat dipraktikkan, sehingga membuat materi ini lebih kompleks dan cocok untuk diterapkan ke dalam laboratorium virtual. Adapun komponen materi sistem peredaran darah yang digunakan dalam laboratorium virtual sebagai berikut:

- 1) Komponen darah pada manusia
- 2) Penggolongan darah
- 3) Organ sistem peredaran darah
- 4) Gangguan atau penyakit sistem peredaran darah

b. Desain Produk Laboratorium Virtual

1) *Wireframe*

Wireframe adalah sebuah kerangka awal yang memberikan visualisasi awal untuk membantu memahami struktur dasar dalam pembuatan desain produk (Hidayat & Meilina, 2022).



Gambar 4.1 Wireframe Laboratorium Virtual

2) Storyboard

Storyboard merupakan sebuah desain umum yang susunannya berupa urutan layar demi layar dengan penjelasan dan spesifikasi untuk setiap gambar, layar, dan teks (Suparni, 2016).



Gambar 4.2 Storyboard Laboratorium Virtual

- 3) Tampilan *Start Menu* berisi nama dan deskripsi aplikasi serta tombol mulai (*start*).



Gambar 4.3 Tampilan *Start Menu*

- 4) Tampilan *Home* berisi nama dan deskripsi aplikasi serta daftar menu.



Gambar 4.4 Tampilan Menu *Home*

5) Tampilan Menu CP & Indikator

Tampilan menu CP & Indikator berisi capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran materi sistem peredaran darah.



Gambar 4.5 Tampilan Menu CP & Indikator

6) Tampilan Menu Materi

Tampilan menu materi berisi daftar materi sistem peredaran darah yang memuat materi komponen darah pada manusia, materi penggolongan darah, materi organ sistem peredaran darah dan materi gangguan atau penyakit pada sistem peredaran darah.



Gambar 4.6 Tampilan Menu Materi

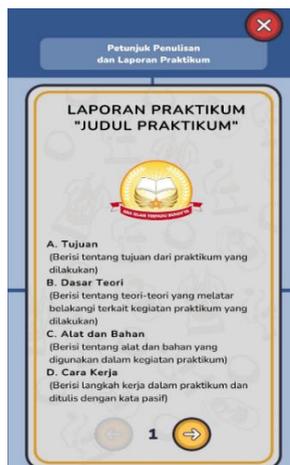
7) Tampilan Menu Kegiatan Praktikum

Tampilan menu kegiatan praktikum berisi 4 kegiatan praktikum yang meliputi Uji Golongan Darah, Uji Komponen Sel Darah, Bedah Organ Jantung dan Uji Gangguan/Penyakit Sistem Peredaran Darah.



Gambar 4.7 Tampilan Menu Kegiatan Praktikum

- 8) Tampilan Menu Petunjuk Penulisan Laporan Praktikum berisi sistematika penulisan laporan praktikum yang benar.



Gambar 4.8 Tampilan Menu Petunjuk Penulisan Laporan Praktikum

- 9) Tampilan Menu Kuis berisi soal-soal berpikir kritis pada materi sistem peredaran darah.



Gambar 4.9 Tampilan Menu Kuis

- 10) Tampilan Menu Profil Pengembang berisi sekilas data pribadi pengembang



Gambar 4.10 Tampilan Menu Profil Pengembang

3. Pengembangan (*Development*)

a. Pengembangan Laboratorium Virtual

Laboratorium virtual dibuat dengan aplikasi *Unity*. Pengembangan produk ini diawali dengan membuat kerangka awal (*wireframe*), lalu selanjutnya menentukan sketsa desain gambar animasi yang akan digunakan (*storyboard*) dan mengatur alur berjalannya game (*gameplay*). Adapun aplikasi laboratorium virtual ini berisi menu capaian pembelajaran & indikator, menu materi, menu kegiatan praktikum, menu petunjuk penulisan laporan praktikum dan menu kuis. Menu kuis pada aplikasi laboratorium virtual ini berisi soal-soal yang dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa pada materi sistem peredaran darah.

Setelah pengembangan produk selesai, dilakukanlah analisis kelayakan media. Analisis yang pertama yaitu uji validasi media kepada validator ahli. Uji validasi dilakukan hingga media layak untuk uji lebih lanjut. Proses ini validator akan memberikan kritik dan saran. Adapun validator yang digunakan yaitu validator ahli materi, validator ahli media, validator ahli berpikir kritis serta penilaian guru biologi. Adapun hasil

validasi dan perbaikan media akan dibahas dalam sub bab “Hasil Uji Coba Produk” dan “Revisi Produk”.

b. Pengembangan Materi

Materi disusun oleh peneliti dengan menggunakan berbagai sumber yang terpercaya serta sesuai seperti buku pelajaran Biologi kelas XI, karya Ilmiah/Jurnal dan modul ajar Biologi Kelas XI. Selain itu, materi di laboratorium virtual divalidasi oleh validator ahli materi. Tahap ini peneliti juga membuat kuis yang dapat membantu siswa berlatih dalam berpikir kritis tentang materi sistem peredaran darah.

4. Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi, peneliti menguji produknya dengan menyebarkan angket respon. Siswa kelas XI SMAIT Bunayya menjadi subjek dalam uji skala terbatas. Teknik *purposive sampling* merupakan teknik yang digunakan dalam uji produk skala kecil dengan jumlah 16 siswa untuk mengetahui kelayakan produk terhadap media yang dikembangkan. Adapun hasil respon siswa dibahas pada sub bab “Hasil Uji Coba Produk”.

5. Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi dilakukan pada setiap tahapan pengembangan. Evaluasi terdiri dari tahapan pengembangan produk yaitu evaluasi dari validator materi, media, berpikir kritis dan guru biologi yang berupa kritik dan saran. Tahapan implementasi berupa respon siswa dalam uji skala kecil (skala terbatas). Umpan balik terhadap produk yang dikembangkan dibuat berdasarkan hasil evaluasi.

B. Hasil Uji Coba Produk

Produk berupa aplikasi laboratorium virtual akan dilakukan uji coba untuk mengetahui kelayakan media yang dikembangkan. Uji coba ini dilakukan pada tahap pengembangan produk dan tahap implementasi.

1. Validasi Ahli Materi

Validasi materi bertujuan untuk mengevaluasi materi yang tersaji dalam media laboratorium virtual, apakah sudah sesuai dengan rancangan pelaksanaan pembelajaran (RPP). Validasi materi dievaluasi oleh Mirtaati Na'ima, S.Si., M.Sc. sebagai Dosen Prodi Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang yang memiliki keahlian pada materi praktikum sistem peredaran darah kelas XI. Adapun hasil validasi ahli

materi terlampir pada **Lampiran 16** dapat dilihat pada **tabel 4.1** berikut ini:

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Persentase rata-rata	Kriteria
1	Materi	85%	Sangat Layak
2	Pembelajaran	87,5%	Sangat Layak
3	Bahasa	81,25%	Sangat Layak
4	Manfaat	83,3%	Sangat Layak
Persentase Keseluruhan		84%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi oleh dosen ahli materi didapatkan persentase rata-rata nilai pada aspek materi 85%, pada aspek pembelajaran 87,5%, pada aspek bahasa yaitu 81,25% dan pada aspek manfaat yaitu 83,3%. Nilai persentase keseluruhan aspek yaitu 84% dengan kriteria “Sangat Layak” dan menunjukkan bahwa materi yang pakai sudah sesuai dengan capaian pembelajaran dan indikator materi sistem peredaran darah. Ahli materi memberikan kritik dan saran untuk memperbaiki kata yang salah “*typo*”, penulisan nama ilmiah yang benar, memperbaiki isi gambar yang tepat dengan konsep materi dan menambahkan materi yang kurang lengkap. Penyempurnaan produk virtual lab memerlukan kritik dan saran dari validator ahli materi dan akan disampaikan pada pembahasan “Revisi Produk”.

2. Validasi Ahli Media

Validasi media bertujuan untuk mengevaluasi fitur-fitur yang tersaji dalam media laboratorium virtual. Validasi media dievaluasi oleh Nisa Rasyida, M.Pd. sebagai Dosen Prodi Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang yang memiliki keahlian di bidang media pembelajaran. Adapun hasil validasi ahli materi terlampir pada **Lampiran 18** dapat dilihat pada **tabel 4.2** berikut ini:

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek	Persentase rata-rata	Kriteria
1	Artistik dan Estetika	100%	Sangat Layak
2	Kemudahan Navigasi	90%	Sangat Layak
3	Fungsi Keseluruhan	93,75%	Sangat Layak
Persentase Keseluruhan		95%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi oleh dosen ahli media diperoleh persentase rata-rata nilai pada aspek artistik dan estetika yaitu 85%, pada aspek pembelajaran 100%, pada aspek fungsi keseluruhan yaitu 93,75%. Hasil akhirnya didapatkan dari semua aspek nilai persentasenya 95% dengan kriteria “Sangat Layak” dan menunjukkan bahwa media laboratorium virtual layak digunakan sebagai media pembelajaran alternatif dalam praktikum materi sistem peredaran darah. Ahli media memberikan kritik dan saran untuk

memberikan saran untuk menambahkan *pointer* dalam kegiatan praktikum agar lebih mudah dalam menjalani alur kegiatan praktikum, mengganti gambar yang masih berbahasa inggris dan membuat gambar dapat di klik *zoom* agar terlihat jelas dan jernih. Penyempurnaan produk virtual lab memerlukan kritik dan saran dari validator ahli materi dan akan disampaikan pada pembahasan “Revisi Produk”.

3. Validasi Ahli Berpikir Kritis

Tujuan validasi berpikir kritis adalah untuk mengetahui apakah soal materi sistem peredaran darah yang disajikan dalam media laboratorium virtual memenuhi kriteria indikator berpikir kritis atau tidak. Validasi berpikir kritis dilakukan oleh Ndzani Latifatur Rofi’ah, M.Pd. sebagai Dosen Prodi Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang. Adapun hasil validasi soal berpikir kritis terlampir pada **Lampiran 20** dapat dilihat pada **tabel 4.3** berikut ini:

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Berpikir Kritis

No	Revisi Validasi Soal	Butir Soal Valid	Butir Soal Tidak Valid
1	Pertama	8 Soal	7 Soal
2	Kedua	9 Soal	6 Soal
3	Ketiga	12 Soal	3 Soal
4	Final	14 Soal	1 Soal

Berdasarkan hasil validasi pertama oleh ahli berpikir kritis pada 15 soal setelah dievaluasi terdapat 8 soal yang valid karena sesuai dengan kriteria indikator berpikir kritis dan 7 soal tidak valid. Hasil validasi kedua pada 15 soal setelah dievaluasi terdapat 9 soal yang valid karena sesuai dengan kriteria indikator berpikir kritis dan 6 soal tidak valid. Hasil validasi ketiga pada 15 soal setelah dievaluasi terdapat 12 soal yang valid karena sesuai dengan kriteria indikator berpikir kritis dan 3 soal tidak valid.

Hasil validasi terakhir pada 15 soal setelah dievaluasi terdapat 14 soal yang valid karena sesuai dengan kriteria indikator berpikir kritis dan 1 soal tidak valid. Ahli berpikir kritis memberikan saran dan masukkan pada soal evaluasi untuk menyesuaikan soal dengan indikator berpikir kritis dan memperhatikan konsep ulang materi yang digunakan dalam soal. Saran dan masukan dari ahli berpikir kritis sudah diperbaiki oleh penulis untuk menyempurnakan soal berpikir kritis pada produk laboratorium virtual.

4. Penilaian Guru Biologi

Penilaian ini dilakukan setelah selesai validasi ahli. Penilaian dilakukan oleh Maghfirah Idzati Aulia S.Pd. yang merupakan salah satu pendidik di SMAIT

Bunayya. Penilaian guru biologi terhadap media laboratorium virtual terlampir pada **Lampiran 22** dan dapat dilihat pada **Tabel 4.4** berikut ini:

Tabel 4.4 Hasil Penilaian Guru Biologi

No	Aspek	Presentase rata-rata	Kriteria
1	Tampilan	90%	Sangat Layak
2	Materi	85%	Sangat Layak
3	Berpikir Kritis	86%	Sangat Layak
Persentase Keseluruhan		87%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil penilaian guru biologi pada tabel 4.4 diperoleh persentase rata-rata nilai pada aspek tampilan yaitu 90%, pada aspek materi 85%, pada aspek berpikir kritis yaitu 86%. Nilai persentase keseluruhan aspek yaitu 87% dengan kriteria “Sangat Layak” dan menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran alternatif untuk praktikum materi sistem peredaran darah sudah dinyatakan layak. Guru biologi juga memberikan respon positif terkait media laboratorium virtual, yaitu desain media laboratorium virtual yang cukup menarik, kegiatan praktikum yang dapat menjadi media pembelajaran alternatif dan kuis soal yang dapat melatih berpikir kritis siswa.

5. Uji Skala Kecil

Uji skala kecil dilakukan untuk mengetahui respon siswa terhadap kelayakan media laboratorium virtual. Uji ini menggunakan sampel 16 siswa kelas XI SMAIT Bunayya yang ditentukan berdasarkan teknik *purposive sampling*. Setelah siswa menguji aplikasi laboratorium virtual, siswa mengisi kuisioner terkait tanggapan dan respon mengenai media laboratorium virtual yang terlampir pada **Lampiran 24**. Adapun hasil respon siswa terhadap media laboratorium virtual dapat dilihat pada **Tabel 4.5** berikut ini:

Tabel 4.5 Hasil Uji Skala Kecil

No	Aspek	Persentase rata-rata	Kriteria
1	Kognitif	83,5%	Sangat Layak
2	Interaktif	86%	Sangat Layak
3	Menarik	79%	Sangat Layak
4	Efisien	83%	Sangat Layak
5	Kreatif	85%	Sangat Layak
6	Berpikir Kritis	86%	Sangat Layak
Persentase keseluruhan		84%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel tersebut menunjukkan hasil respon 16 siswa kelas XI SMAIT Bunayya. Adapun uji kelayakan skala kecil pada siswa ditinjau dari beberapa aspek yaitu aspek kognitif mendapatkan persentase rata-rata 83,5%, aspek interaktif mendapatkan 86%, aspek menarik mendapatkan 79%, aspek efisien

mendapatkan 83%, aspek kreatif mendapatkan 85% dan aspek berpikir kritis mendapatkan 86%. Hasil persentase keseluruhan yaitu 84% dengan kriteria “Sangat Layak”. Menurut Wilujeng et al., (2023) kriteria tersebut termasuk dalam kategori sangat layak digunakan. Selain itu, di antara 16 siswa ada yang memberikan respon positif terhadap media laboratorium virtual. Berdasarkan hasil persentase respon siswa dapat disimpulkan bahwa aplikasi laboratorium virtual dikategorikan sangat layak untuk menjadi media pembelajaran alternatif dalam menunjang kegiatan praktikum.

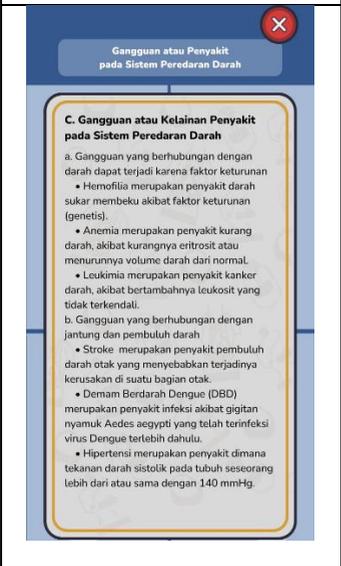
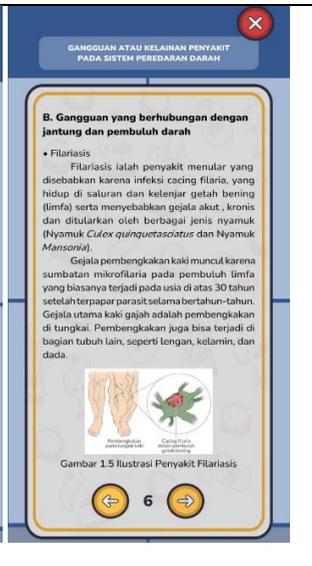
C. Revisi Produk

Media laboratorium virtual melewati beberapa validasi yaitu validasi materi, media dan berpikir kritis. Terdapat beberapa revisi dari ahli materi, media dan berpikir kritis selama pengembangan media berlangsung, sedangkan penilaian guru biologi dan uji skala kecil pada siswa tidak terdapat revisi, namun memperoleh respon positif tentang laboratorium virtual sebagai evaluasi untuk pengembangan selanjutnya. Berikut hasil revisi sebelum dan sesudah perbaikan media yang dikembangkan:

1. Revisi Ahli Materi

Revisi pada ahli materi memberikan saran untuk memperbaiki tulisan “*typo*”, penulisan nama ilmiah yang benar, memperbaiki isi gambar yang sesuai dengan konsep materi dan menambahkan materi yang kurang lengkap.

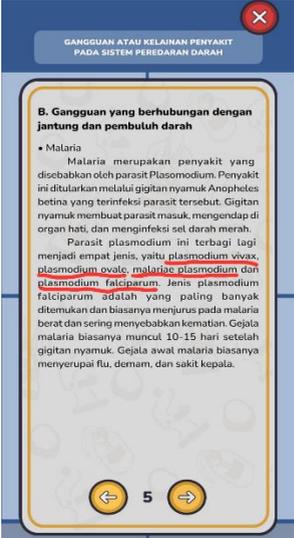
Tabel 4.6 Revisi Penambahan Materi Ahli Materi

Tampilan Sebelum Revisi	Tampilan Sesudah Revisi	
		
<p>Revisi Penambahan Materi pada Gangguan atau Penyakit Sistem Peredaran Darah</p>		

Tabel 4.6 menunjukkan tampilan materi sebelum revisi berisi penjelasan penyakit dan materi kurang lengkap, selain itu juga tidak ada gambar untuk memperkuat materi. Tampilan setelah revisi setiap

penyakit dijabarkan dalam satu halaman dengan penjelasan materi lebih detail disertai gambar penyakitnya.

Tabel 4.7 Revisi Penulisan dan Gambar Ahli Materi

Tampilan Sebelum Revisi	Tampilan Sesudah Revisi
	
<p>Revisi Penulisan Nama Ilmiah dan Penambahan Gambar</p>	

Tabel 4.7 menunjukkan tampilan materi gangguan penyakit malaria sebelum revisi terdapat kesalahan dalam penulisan nama ilmiah dan tidak ada gambar untuk memperkuat materi. Tampilan materi gangguan penyakit malaria setelah revisi, penulisan nama ilmiah sudah sesuai yaitu tulisan miring dan

sudah ditambahkan gambar untuk melengkapi materi tersebut.

Tabel 4.8 Revisi Gambar Ahli Materi

Tampilan Sebelum Revisi	Tampilan Sesudah Revisi
 <p>Organ Sistem Peredaran Darah</p> <p>A. Jantung Jantung adalah organ sistem peredaran darah yang bertugas memompa darah dan mengalirkan darah dalam pembuluh darah, yang terletak pada rongga dada di antara kedua paru-paru, di atas diafragma dengan posisi condong ke kiri.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mekanisme Kerja Jantung Jika serambi jantung mengembang, darah dari seluruh tubuh dan paru-paru masuk ke serambi. Kemudian darah dari serambi jantung menguncup dan darah masuk ke dalam bilik. Apabila bilik menguncup maka darah dipompa menuju seluruh tubuh dan paru-paru. <p>Gambar 3.1 Anatomi Jantung (Sumber: Tresnaasih, 2020)</p>	 <p>Organ Sistem Peredaran Darah</p> <p>A. Jantung Jantung adalah organ sistem peredaran darah yang bertugas memompa darah dan mengalirkan darah dalam pembuluh darah, yang terletak pada rongga dada di antara kedua paru-paru, di atas diafragma dengan posisi condong ke kiri.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mekanisme Kerja Jantung Jika serambi jantung mengembang, darah dari seluruh tubuh dan paru-paru masuk ke serambi. Kemudian serambi jantung berkontraksi dan darah masuk ke dalam bilik. Apabila bilik berkontraksi maka darah dipompa menuju seluruh tubuh dan paru-paru. <p>Gambar 3.1 Anatomi Jantung (Sumber: Tresnaasih, 2020)</p>
<p>Revisi Gambar Sesuai Konsep Materi</p>	

Tabel 4.8 menunjukkan tampilan gambar pada materi jantung sebelum revisi terdapat kesalahan dalam penulisan nama di salah satu bagian jantung yaitu pembuluh darah balik kava atas dan pembuluh darah balik kava bawah. Tampilan gambar materi jantung setelah revisi, penulisan nama yang benar yaitu vena kava superior dan vena kava interior.

2. Revisi Ahli Media

Revisi pada ahli media memberikan saran untuk menambahkan pointer dalam kegiatan praktikum agar lebih mudah dalam menjalani alur kegiatan praktikum, mengganti gambar yang masih berbahasa Inggris dan membuat gambar dapat di klik *zoom* agar terlihat jelas dan jernih.

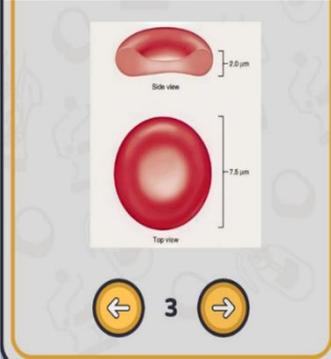
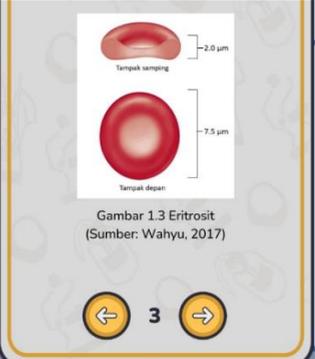
Tabel 4.9 Revisi Pointer Ahli Media

Tampilan Sebelum Revisi	Tampilan Sesudah Revisi
	
<p>Revisi penambahan pointer dalam kegiatan praktikum uji golongan darah</p>	

Tabel 4.9 menunjukkan tampilan sebelum revisi salah satu kegiatan praktikum uji golongan darah, belum terdapat *pointer* (titik lingkaran) sehingga siswa kesulitan dalam menusuk jari dengan

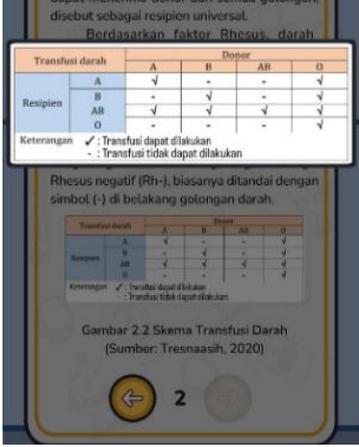
jarum penusuk. Tampilan setelah revisi yaitu adanya *pointer* (titik lingkaran merah) yang menjadi acuan siswa untuk menusuk jarum ke jari.

Tabel 4.10 Revisi Gambar Ahli Media

Tampilan Sebelum Revisi	Tampilan Sesudah Revisi
	
<p>Revisi penulisan bahasa dalam gambar</p>	

Tabel 4.10 menunjukkan tampilan sebelum revisi penulisan bahasa inggris dalam gambar. Tampilan setelah revisi yaitu penulisan bahasa inggris pada gambar telah diubah menjadi bahasa Indonesia.

Tabel 4.11 Revisi Gambar Ahli Media

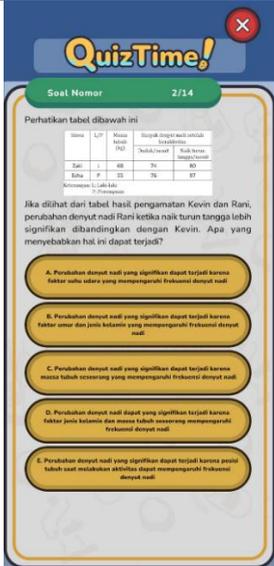
Tampilan Sebelum Revisi	Tampilan Sesudah Revisi
	
<p>Revisi gambar agar dapat terlihat jelas</p>	

Tabel 4.11 menunjukkan tampilan gambar yang menggunakan bahasa Inggris. Tampilan setelah revisi yaitu penulisan bahasa Inggris tersebut sudah diganti menjadi bahasa Indonesia.

3. Revisi Ahli Berpikir Kritis

Revisi pada ahli berpikir kritis memberikan saran untuk mengganti soal yang tidak sesuai dengan konsep materi dan indikator berpikir kritis, selain itu gambar pada soal diperjelas agar memudahkan siswa dalam mengerjakan soal.

Tabel 4.12 Revisi Soal Ahli Berpikir kritis

Tampilan Sebelum Revisi	Tampilan Sesudah Revisi																				
 <p>KUIS</p> <p>QuizTime!</p> <p>Soal Nomor 2/15</p> <p>Seorang wanita berusia 31 tahun yang bernama Zifa didiagnosis menderita Myasthenia Gravis generalisata atau penyakit neuromuskular autoimun. Zifa memerlukan transfusi salah satu kandungan dari cairan plasma darah agar dapat membantu memperbaiki kondisinya. Kandungan apakah yang dibutuhkan Zifa untuk mengobati penyakit yang dialaminya?</p> <p>A. Kandungan albumin karena dapat menjaga cairan dalam pembuluh darah tidak bocor dan merembes ke jaringan</p> <p>B. Zifa membutuhkan kandungan fibrinogen karena dapat membantu proses pembekuan darah dengan membantu mengawangi perdarahan aktif</p> <p>C. Zifa membutuhkan kandungan immunoglobulin karena dapat memusnahkan infeksi bakteri yang dapat merusak jaringan tubuh</p> <p>D. Zifa membutuhkan kandungan elektrolit karena dapat mencegah kelemahan otot dan kram di jantung yang cepat</p> <p>E. Zifa membutuhkan kandungan globulin karena dapat membantu tubuh melawan infeksi yang disebabkan oleh bakteri dan virus</p>	 <p>QuizTime!</p> <p>Soal Nomor 2/14</p> <p>Perhatikan tabel dibawah ini</p> <table border="1" data-bbox="744 406 890 470"> <thead> <tr> <th>Glukosa</th> <th>LDL</th> <th>Meningkatkan</th> <th>Menurun</th> <th>Normal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Glukosa</td> <td>LDL</td> <td>Meningkatkan</td> <td>Menurun</td> <td>Normal</td> </tr> <tr> <td>Zaki</td> <td>L</td> <td>60</td> <td>70</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Rani</td> <td>P</td> <td>55</td> <td>75</td> <td>85</td> </tr> </tbody> </table> <p>Melihat tabel diatas</p> <p>Jika dilihat dari tabel hasil pengamatan Kevin dan Rani, perubahan denyut nadi Rani ketika naik turun tangga lebih signifikan dibandingkan dengan Kevin. Apa yang menyebabkan hal ini dapat terjadi?</p> <p>A. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena faktor suhu udara yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p>B. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena faktor umur dan jenis kelamin yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p>C. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena massa tubuh seseorang yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p>D. Perubahan denyut nadi dapat yang signifikan terjadi karena faktor jenis kelamin dan massa tubuh seseorang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p>E. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena posisi tubuh saat melakukan aktivitas dapat mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p>	Glukosa	LDL	Meningkatkan	Menurun	Normal	Glukosa	LDL	Meningkatkan	Menurun	Normal	Zaki	L	60	70	80	Rani	P	55	75	85
Glukosa	LDL	Meningkatkan	Menurun	Normal																	
Glukosa	LDL	Meningkatkan	Menurun	Normal																	
Zaki	L	60	70	80																	
Rani	P	55	75	85																	
<p>Revisi soal sesuai konsep materi dan indikator berpikir kritis</p>																					

Tabel 4.12 menunjukkan soal berpikir tersebut tidak valid dan tidak sesuai indikator berpikir kritis. Tampilan setelah revisi yaitu setelah melalui tahapan evaluasi, soal tersebut diganti sesuai dengan konsep materi dan indikator berpikir kritis.

Tabel 4.13 Revisi Gambar Ahli Berpikir Kritis

Tampilan Sebelum Revisi	Tampilan Sesudah Revisi
 <p>Identifikasilah mengapa diantara 10 penyakit kardiovaskular pada gambar, penyakit stroke memiliki skor kematian tertinggi dibandingkan penyakit lainnya, apa yang menyebabkan hal tersebut dapat terjadi?</p>	 <p>Kematan Tertinggi di Indonesia</p> <p>(Sumber: SRS, Balitbangkes Kemenkes RI, 2014)</p> <p>Kematan Tertinggi di Indonesia</p> <p>STROKE Jantung dan Pembuluh Darah Diabetes Mellitus dan komplikasinya Tuberkulosis pernapasan Hipertensi dan komplikasinya Penyakit Saluran Peredaran darah Hepatitis kronik Kontakan sil-Lintas Pneumonia Difteri dan tetanus Inteksi Perut Perut</p> <p>C. Penyakitnya yaitu karena kerangka tulang pembedak</p>
Revisi gambar agar terlihat jelas	

Tabel 4.13 menunjukkan gambar pada soal kuis sebelum direvisi tidak terlihat jelas diagram pada gambar tersebut. Tampilan setelah revisi yaitu gambar telah diperjelas dan dapat di *klik zoom* agar dapat melihat gambar secara jernih pada aplikasi laboratorium virtual.

D. Kajian Produk Akhir

Aplikasi Laboratorium virtual materi sistem peredaran darah ini bermanfaat sebagai media pembelajaran alternatif bagi siswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Menurut Afsas et al., (2023) Laboratorium virtual digunakan untuk memahami topik yang dibahas dan mengatasi keterbatasan dan kekurangan peralatan

laboratorium. Pengembangan laboratorium virtual dapat membantu siswa dan guru melakukan praktikum ketika laboratorium nyata memiliki keterbatasan alat dan bahan (Marito et al., 2022).

Produk yang dikembangkan peneliti merupakan media alternatif dalam melakukan kegiatan praktikum biologi. Laboratorium virtual dikembangkan dengan harapan siswa memperoleh manfaat dalam pembelajaran biologi materi sistem peredaran darah salah satunya dapat melatih keterampilan berpikir kritis. Proses melatih keterampilan berpikir kritis dalam produk laboratorium virtual terdapat pada kegiatan kuis yang terdiri dari soal-soal berpikir kritis yang telah diuji validasi oleh validator ahli.

Penggunaan aplikasi laboratorium virtual pada siswa dalam pembelajaran dapat melatih keterampilan berpikir kritis. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hamdani et al., (2021) bahwa aktivitas yang melibatkan dan mendukung siswa dalam mengkonstruksi pemahaman secara mandiri melalui berbagai percobaan atau eksperimen dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hal tersebut didukung dengan penelitian Barus & Panggabean (2020) bahwa laboratorium virtual memiliki keunggulan dalam proses pembelajaran dan kegiatan praktikum, serta secara

efektif dan efisien dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Berdasarkan hal tersebut, aplikasi laboratorium virtual dinyatakan dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa dengan dibuktikan oleh soal-soal berpikir kritis yang telah melalui uji validasi oleh validator berpikir kritis.

Hal tersebut dibuktikan dengan validasi ahli berpikir kritis yang menunjukkan 14 soal valid diantara total soal berjumlah 15. Hal ini selaras dengan pernyataan Reddington (2012) bahwa cara efektif untuk melatih berpikir kritis yaitu dengan memasukkannya menjadi bagian dari setiap pelajaran. Zulhelmi et al., (2017) menambahkan bahwa laboratorium virtual memungkinkan siswa menganalisis, mengkritik, menarik kesimpulan hingga dapat melatih keterampilan berpikir kritis. Melatih berpikir kritis tidak hanya terbatas di kelas. Namun, dapat dilibatkan melalui berbagai kegiatan, pertanyaan, dan pelajaran yang fokus pada meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

Adapun soal berpikir kritis dibuat berdasarkan indikator berpikir kritis Ennis (2011) yang terdiri dari 5 tahapan yaitu memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan membuat penjelasan lanjut, strategi dan taktik.

1) Indikator Memberikan Penjelasan Sederhana

Indikator memberikan penjelasan sederhana pada kuis materi sistem peredaran darah terdapat pada soal nomor 1, 2 dan 3. Soal nomor 1, siswa mengidentifikasi kesimpulan pada materi golongan darah. Soal nomor 2, siswa mempertimbangkan jawaban yang mungkin terkait faktor perubahan denyut nadi dan soal nomor 3 siswa mengidentifikasi dan merumuskan pertanyaan pada materi gangguan atau penyakit pada sistem peredaran darah.

Adapun tujuan dari indikator memberikan penjelasan sederhana yaitu melatih siswa dalam mengidentifikasi suatu permasalahan. Hal ini sejalan dengan penelitian Salbiah (2017) bahwa berpikir kritis dapat diterapkan melalui kebiasaan yang dilatih, seperti merumuskan masalah dan menjawab pertanyaan yang memerlukan klarifikasi, dengan langkah tersebut secara bertahap dapat melatih berpikir kritis siswa.

2) Indikator Membangun Keterampilan Dasar

Indikator membangun keterampilan dasar pada kuis materi sistem peredaran darah terdapat pada soal nomor 4, 5 dan 6. Soal nomor 4, siswa terlibat dalam menyimpulkan terkait golongan darah.

Soal nomor 5 dan nomor 6 siswa mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi terkait gangguan atau penyakit pada sistem peredaran darah dan salah satu komponen sel darah.

Adapun tujuan dari indikator membangun keterampilan dasar yaitu melatih siswa untuk mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi yang dilakukan serta mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak. Hal ini sejalan dengan penelitian Santosa et al., (2018) bahwa keterampilan berpikir kritis dapat membantu siswa untuk berpikir lebih rasional dan lebih mampu membedakan serta menilai informasi dengan lebih baik. Selain itu, diharapkan siswa dapat mempertimbangkan dan memberikan pendapat berdasarkan informasi secara tepat.

3) Indikator Menyimpulkan

Indikator menyimpulkan pada kuis materi sistem peredaran darah terdapat pada soal nomor 7, 8 dan 9. Soal nomor 7, siswa mempertimbangkan hasil observasi pada uji golongan darah. Soal nomor 8, siswa membuat kesimpulan terhadap skema transfusi darah dan soal nomor 9 siswa membuat hipotesis

terkait penyebab penyakit stroke memiliki skor kematian tertinggi.

Adapun tujuan indikator menyimpulkan yaitu melatih siswa dalam membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan serta menarik kesimpulan. Hal ini sejalan dengan penelitian Sulistiani & Masrukan (2017) bahwa keterampilan berpikir kritis siswa hendaknya dilatih agar terbiasa menghadapi tantangan dan memecahkan masalah dengan menganalisis pemikirannya untuk menentukan pilihan dan tindakan serta menarik kesimpulan.

4) Indikator Membuat Penjelasan Lanjut

Indikator membuat penjelasan lanjut pada kuis materi sistem peredaran darah terdapat pada soal nomor 11 dan 12. Soal nomor 11, siswa mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi terkait salah satu gangguan atau penyakit polisitemia. Soal nomor 12, siswa mengidentifikasi asumsi terkait gangguan atau penyakit varises. Adapun tujuan indikator membuat penjelasan lebih lanjut yaitu melatih siswa dalam mengidentifikasi suatu asumsi dan mempertimbangkan definisi serta memberikan argumen. Hal ini sejalan dengan

penelitian Indriani (2021) bahwa keterampilan berpikir kritis juga dapat ditingkatkan dengan memberikan pertanyaan investigatif, mendorong siswa untuk memecahkan masalah, dan menarik kesimpulan berdasarkan penyelidikan.

5) Indikator Strategi dan Taktik

Indikator strategi dan taktik pada kuis materi sistem peredaran darah terdapat pada soal nomor 10, 13 dan 14. Soal nomor 10, siswa menentukan suatu tindakan terkait donor darah berdasarkan rhesus. Soal nomor 13, siswa mengidentifikasi masalah terkait kesesuaian golongan darah untuk donor darah. Soal nomor 14, siswa mengidentifikasi masalah terkait efek samping pemasangan *stent* pada transplatasi jantung.

Adapun tujuan dari indikator strategi dan taktik yaitu melatih siswa dalam menentukan tindakan dan mengidentifikasi masalah. Hal ini sejalan dengan penelitian Suparni (2017) bahwa melatih keterampilan berpikir kritis memerlukan inovasi dalam pembelajaran. Pembelajaran inovatif dapat membantu siswa dalam berpikir kritis, dengan memberi siswa kesempatan untuk menganalisis, menarik kesimpulan, dan memberikan penjelasan

tentang pikiran siswa untuk menentukan suatu tindakan.

Hadirnya media pembelajaran alternatif diharapkan bisa menjadikan pemahaman siswa terhadap materi lebih baik dan memberikan variasi dalam pembelajaran agar tidak membosankan. Selain itu juga diharapkan sesuai dengan tujuan pembelajaran dan memiliki komponen penyusun yang sesuai dengan kebutuhan siswa, sehingga dapat meningkatkan efisiensi belajar siswa dan meningkatkan konsentrasi siswa (Nurrita, 2018).

Hal ini dibuktikan dengan hasil uji validasi media dengan nilai persentase keseluruhan aspek penilaian media yaitu 95% dengan kriteria "Sangat Layak". Nilai persentase tertinggi diantar tiga aspek dalam validasi media terdapat pada aspek artistik dan estetika dengan persentase 100%. Sedangkan aspek kemudahan navigasi memiliki persentase 90% dan aspek fungsi keseluruhan memiliki persentase 93,75%. Selain itu, penilaian guru terhadap tampilan media mendapatkan persentase 90% dengan kriteria "Sangat Layak".

Nilai persentase terendah pada aspek kemudahan navigasi dan nilai persentase tertinggi pada aspek artistik dan estetika karena tampilan aplikasi laboratorium virtual memiliki desain yang cukup menarik dan nyaman untuk

dilihat. Menurut Widodo (2023) menarik dan interaktifnya suatu media pembelajaran mampu menjadikan menjadikan siswa lebih fokus dan minat serta motivasi belajarnya tinggi. Hal ini sejalan dengan respon siswa terhadap media yaitu dengan aspek interaktif, aspek menarik dan aspek kreatif mendapatkan persentase rata-rata 86%, 81%, dan 85% dengan kriteria “Sangat Layak”. Menurut Wilujeng et al., (2023) kriteria tersebut termasuk dalam kategori sangat layak digunakan.

Tampilan *background* pada aplikasi laboratorium virtual menggunakan perpaduan warna biru muda dan putih, hal tersebut dilakukan agar menu *icon* dan penulisan kata dalam media dapat terlihat jelas dan detail. Pemilihan font tulisan menggunakan jenis font *Nunito*, font ini memiliki jenis huruf sans serif yang seimbang sehingga mudah untuk dibaca. Menurut Yuniarti et al., (2012) penggunaan warna yang kontras antara teks dan latar belakang (*background*) dapat membuat teks lebih mudah untuk dibaca. Karena tampilan visual merupakan sarana utama untuk menyajikan materi dalam laboratorium virtual, penting untuk memperhatikan bahwa elemen seperti teks, warna, gambar, animasi, dan suara terintegrasi untuk kenyamanan visual. Hal ini juga didukung oleh salah satu respon positif siswa yang

mengatakan bahwa aplikasi laboratorium virtual mempunyai tampilan yang menarik, sehingga tidak membuat bosan para siswa/siswi.

Media pembelajaran dapat didefinisikan sebagai sarana penyampaian materi seorang guru kepada siswa dengan cara yang efektif dan efisien (Daniyati et al., 2023). Materi dalam media pembelajaran ini disusun berdasarkan capaian pembelajaran dan indikator pencapaian kompetensi 3.6 yang memuat materi sistem peredaran darah. Materi sistem peredaran darah pada manusia memiliki capaian kompetensi dasar (C4) yaitu menganalisis, dalam materi ini terdapat beberapa materi pada sistem peredaran darah yang dapat dipraktikkan, sehingga membuat materi ini lebih kompleks dan cocok untuk diterapkan ke dalam laboratorium virtual.

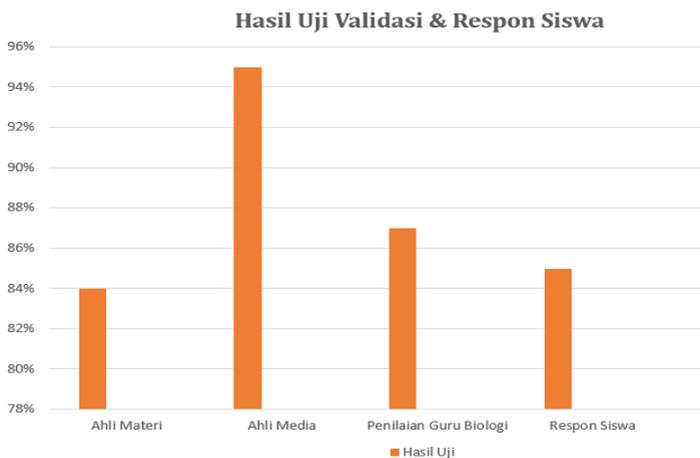
Hal ini dibuktikan dengan hasil uji materi oleh validator ahli yang menunjukkan nilai persentase keseluruhan aspek 84% yang terdiri dari aspek pembelajaran 87,5%, aspek materi 85%, aspek bahasa 81,25% dan aspek manfaat 83,3% dengan kriteria "Sangat Layak". Selain itu, penilaian guru biologi terhadap aspek materi mendapatkan persentase 85% dengan kriteria "Sangat Layak". Nilai persentase terendah pada aspek bahasa dan nilai persentase tertinggi pada aspek

pembelajaran karena materi yang disajikan relevan dengan aplikasi laboratorium virtual, selain itu animasi yang digunakan dapat memperjelas materi sehingga dapat memudahkan siswa dalam memahami materi sistem peredaran darah. Menurut Astriani (2018) media pembelajaran harus sesuai dengan kebutuhan belajar, rencana kegiatan belajar, tujuan dan karakter siswa.

Wulandari et al., (2023) juga mengatakan bahwa penggunaan media pembelajaran akan sangat membantu proses belajar dan menyampaikan pesan dan materi pelajaran. Hal ini sejalan dengan respon siswa terhadap materi mendapatkan persentase 84% dengan kriteria "Sangat Layak" dalam aspek kognitif. Hal ini juga didukung dengan respon positif siswa yang mengatakan bahwa materi yang terdapat dalam aplikasi laboratorium virtual membantu siswa dalam memahami materi sistem peredaran darah. Menurut Wilujeng et al., (2023) kriteria tersebut termasuk dalam kategori sangat layak digunakan. Hal tersebut menunjukkan bahwa materi yang terdapat dalam aplikasi laboratorium virtual sudah sesuai dengan capaian pembelajaran dan indikator materi sistem peredaran darah.

Analisis deskriptif persentase digunakan untuk menganalisis data hasil validasi dan uji coba produk

aplikasi laboratorium virtual. Tingkat kelayakan media dapat diketahui dengan hasil validasi oleh ahli materi, ahli media, penilaian guru biologi dan respon siswa untuk digunakan sebagai media pembelajaran alternatif. Hasil validasi dan uji coba produk divisualisasikan dalam bentuk **Gambar 4.11** sebagai berikut:



Gambar 4.11 Grafik Hasil Uji Validasi dan Respon Siswa

Grafik tersebut menunjukkan hasil penilaian validator ahli yaitu ahli materi dengan nilai persentase 84% dengan kriteria “Sangat Layak”, nilai persentase 95% dari ahli validasi media dengan kriteria “Sangat Layak, nilai persentase 87% dari penilaian guru biologi dengan kriteria “Sangat Layak” dan nilai persentase 85% dari respon siswa dengan kriteria “Sangat Layak”. Keseluruhan hasil validasi dan respon terhadap media laboratorium virtual

mendapatkan nilai persentase rata-rata untuk mengetahui tingkat kelayakan media dengan persentase akumulatif yang didapat adalah 86,2% kriteria “Sangat Layak”. Menurut Wilujeng et al., (2023) kriteria tersebut termasuk dalam kategori sangat layak digunakan.

1. Deskripsi Produk Akhir

Hasil akhir produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah laboratorium virtual. Laboratorium virtual ini berfungsi sebagai media pembelajaran alternatif dalam kegiatan praktikum siswa kelas XI SMAIT Bunayya. Aplikasi ini dapat diakses dengan android secara *offline* maupun *online*. Langkah pertama yang dilakukan siswa adalah mengunduh aplikasi Laboratorium virtual melalui link *google drive* yang telah disediakan, setelah itu aplikasi akan terpasang otomatis di android dan aplikasi laboratorium virtual dapat langsung digunakan.

Terdapat 4 kegiatan praktikum dalam laboratorium virtual, diantaranya yaitu praktikum uji golongan darah, praktikum uji komponen sel darah yang terdiri dari uji eritrosit, uji leukosit dan uji trombosit, selain itu terdapat praktikum bedah jantung manusia dan uji penyakit atau gangguan pada sistem peredaran darah yang terdiri dari uji penyakit

anemia, uji penyakit leukositosis, uji penyakit demam berdarah dengue (DBD), uji penyakit malaria dan uji penyakit filaria.

Adapun langkah-langkah kegiatan praktikum yang terdapat pada aplikasi laboratorium virtual sebagai berikut:

A. Uji Golongan Darah

- 1) Klik “Pintu” untuk masuk ke dalam ruang uji golongan darah.
- 2) Langkah pertama, ambil kapas alkohol untuk mensterilkan jari.
- 3) Selanjutnya, ambil jarum penusuk lalu tusukkan ke jari yang telah disterilkan
- 4) Teteskan darah pada kertas uji golongan darah.
- 5) Kemudian, teteskan masing-masing serum anti-A, anti-B, anti-AB dan anti-Rh pada kertas uji golongan darah.
- 6) Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap hasil proses uji golongan darah.

B. Uji Komponen Sel Darah (Uji Eritrosit)

- 1) Klik “Pintu” untuk masuk ke ruang uji komponen sel darah.

- 2) Pilih salah satu komponen sel darah, seperti uji eritrosit.
- 3) Langkah pertama, ambil kapas alkohol untuk mensterilkan jari.
- 4) Selanjutnya, ambil jarum penusuk lalu tusukkan ke jari yang telah disterilkan.
- 5) Teteskan darah pada plat tetes, lalu hisap darah menggunakan pipet eritrosit.
- 6) Kemudian hisap larutan hayem menggunakan pipet eritrosit dan dihomogenkan.
- 7) Teteskan cairan tersebut pada hemasitometer hingga tersebar pada setiap bidangnya.
- 8) Tutup dengan kaca objek, dan amati dibawah mikroskop.
- 9) Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap hasil uji eritrosit.

C. Bedah Organ Jantung

- 1) Klik “Pintu” untuk masuk ke ruang bedah organ jantung pada manusia.
- 2) Gunakan gunting untuk membelah dada.
- 3) Gunakan pinset untuk membuka hasil belahan.
- 4) Terlihat setiap organ-organ yang berada di jantung manusia.

- 5) Klik “Next” untuk melihat fungsi pada setiap bagian jantung.

D. Uji Gangguan/Penyakit Sistem Peredaran Darah (Uji Penyakit DBD)

- 1) Klik “Pintu” untuk masuk ke ruang uji Gangguan/Penyakit Sistem Peredaran Darah.
- 2) Pilih salah satu nama yang ingin dianalisis terkait gangguan/penyakit sistem peredaran darah, contohnya yaitu Nanay.
- 3) Langkah pertama, pasang Torniquet pada lengan Nanay.
- 4) Lalu, tusukkan jarum suntik pada lengan dengan posisi yang tepat.
- 5) Teteskan darah yang telah diambil pada tabung Vacutainer EDTA.
- 6) Kemudian, taruh tabung yang berisi darah pada *roller mixer*.
- 7) Selanjutnya, masukkan tabung Vacutainer EDTA kedalam Hematology Analyzer.
- 8) Dilakukan analisis terhadap hasil pemeriksaan laboratorium darah Nanay.

Produk laboratorium yang dikembangkan sudah melalui tahapan-tahapan yang sesuai dengan model pengembangan ADDIE. Media juga sudah direvisi berdasarkan evaluasi dan saran dari validator ahli materi, ahli media, ahli berpikir kritis, serta respon guru biologi dan respon siswa. Berikut adalah tampilan hasil produk akhir yang telah diperbaiki serta divalidasi oleh validator ahli dan diujikan kepada guru biologi untuk mendapatkan penilaian terkait media laboratorium virtual dan uji skala kecil untuk mendapatkan respon siswa:

a) Tampilan Akhir Start Menu

Start Menu berfungsi untuk memulai kegiatan dalam aplikasi laboratorium virtual yang berada ditampilan awal aplikasi laboratorium virtual.



Gambar 4.12 Tampilan Akhir *Start Menu*

b) Tampilan Akhir Menu *Home*

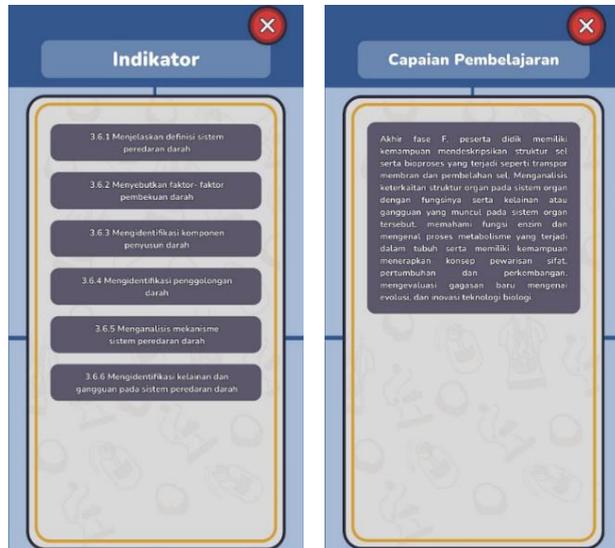
Menu *home* terdiri atas beberapa daftar menu yaitu Menu CP & Indikator, Menu Materi, Menu Praktikum dan Menu Kuis. Menu *home* berfungsi untuk menunjukkan isi yang terdapat dalam aplikasi laboratorium virtual.



Gambar 4.13 Tampilan Akhir Menu *Home*

c) Tampilan Akhir Menu CP & Indikator

Menu CP & Indikator berfungsi capaian pembelajaran dan indikator yang berfungsi untuk mengetahui kompetensi pembelajaran yang harus dicapai oleh siswa serta tujuan pembelajaran materi sistem peredaran darah.



Gambar 4.14 Tampilan Akhir Menu KI & KD

d) Tampilan Akhir Menu Materi

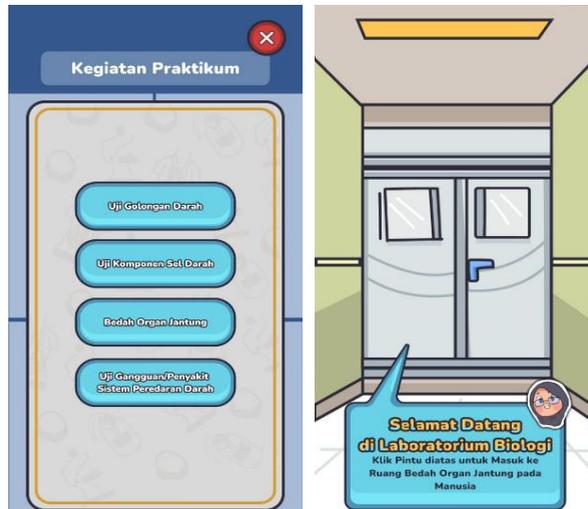
Menu materi terdiri dari beberapa materi pada sistem peredaran darah yaitu materi komponen darah pada manusia, materi penggolongan darah, materi organ sistem peredaran darah dan gangguan atau penyakit sistem peredaran darah pada manusia. Menu materi berfungsi untuk memenuhi capaian pembelajaran dan indikator dalam materi sistem peredaran darah.



Gambar 4.15 Tampilan Akhir Menu Materi

e) Tampilan Akhir Menu Kegiatan Praktikum

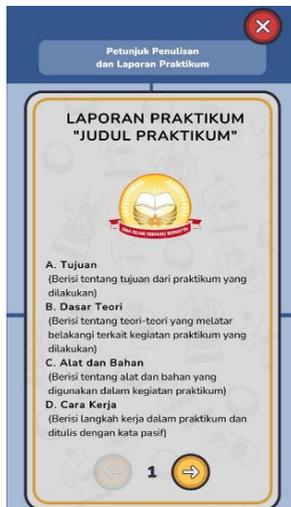
Menu kegiatan praktikum terdiri dari empat kegiatan praktikum yaitu praktikum uji golongan darah ABO, praktikum uji komponen sel darah yang meliputi uji eritrosit, leukosit dan trombosit. Uji bedah organ jantung untuk mengetahui bagian-bagian pada organ jantung manusia dan uji gangguan atau penyakit pada sistem peredaran darah yang terdiri dari penyakit anemia, leukositosis, demam berdarah dengue (DBD), malaria dan filaria.



Gambar 4.16 Tampilan Akhir Menu Praktikum

f) Tampilan Akhir Menu Petunjuk Penulisan Laporan Praktikum

Menu petunjuk penulisan laporan praktikum berfungsi untuk siswa saat setelah melakukan kegiatan praktikum dan menuliskan hasil pengamatan serta pembahasan teori dalam laporan praktikum.



Gambar 4.17 Tampilan Akhir Menu

Petunjuk Penulisan Laporan Praktikum

g) Tampilan Akhir Menu Kuis

Menu kuis berfungsi untuk melatih berpikir kritis siswa setelah melakukan rangkaian kegiatan praktikum. Kuis tersebut terdiri dari 14 soal yang sudah divalidasi oleh ahli validator. Soal tersebut disusun berdasarkan indikator berpikir kritis dan sudah melalui beberapa revisi dan evaluasi, sehingga diharapkan kuis ini dapat bermanfaat bagi siswa dalam melatih keterampilan berpikir kritis.



Gambar 4.18 Tampilan Akhir Menu Kuis

h) Tampilan Akhir Menu Profil Pengembang

Menu profil pengembang berfungsi untuk menampilkan kilasan biodata diri pengembang.



Gambar 4.19 Tampilan Akhir Menu Profil Pengembang

2. Prosedur Penggunaan

- a. Unduh aplikasi Laboratorium Virtual melalui link berikut:

[https://drive.google.com/file/d/1ONAwcuxzQ3Z20X0CnR84aGLvUVGJRI1S/view?usp=drive link](https://drive.google.com/file/d/1ONAwcuxzQ3Z20X0CnR84aGLvUVGJRI1S/view?usp=drive_link)).

- b. Ketika proses install sudah selesai, pengguna dapat langsung mengakses aplikasi Laboratorium Virtual.

3. Kelebihan Produk

Berdasarkan data analisis hasil uji coba dapat diketahui kelebihan yang dimiliki oleh aplikasi laboratorium virtual sebagai berikut:

- a. Produk Laboratorium Virtual memiliki desain yang menarik
- b. Kegiatan praktikum dalam Laboratorium Virtual memiliki animasi yang menarik
- c. Soal kuis dalam aplikasi Laboratorium Virtual dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa
- d. Materi yang tersedia dalam aplikasi Laboratorium Virtual sangat jelas dan terperinci
- e. Aplikasi Laboratorium Virtual dapat diakses secara *offline*

4. Kekurangan Produk

Peneliti menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam produk aplikasi laboratorium virtual sebagai berikut:

- a. Aplikasi laboratorium virtual tidak tersedia untuk pengguna *Apple Phone* (IOS)
- b. Aplikasi laboratorium virtual tidak tersedia di *Play Store*, sehingga pengguna harus mengunduhnya menggunakan tautan yang dibagikan oleh peneliti.

E. Keterbatasan Penelitian

Terdapat keterbatasan dalam pengembangan laboratorium virtual pada materi sistem peredaran darah, keterbatasan tersebut mencakup beberapa hal, yaitu:

1. Materi dalam Laboratorium Virtual hanya terbatas pada satu bab materi yaitu materi sistem peredaran darah kelas XI SMA.
2. Media yang dikembangkan peneliti belum bisa diakses oleh pengguna IOS.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan tentang produk

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian dan pengembangan laboratorium virtual pada materi sistem peredaran darah kelas XI SMAIT Bunayya untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa yaitu:

1. Media aplikasi laboratorium virtual pada materi sistem peredaran darah kelas XI dikembangkan dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan software *Unity* dan dapat digunakan secara *offline*. Spesifikasi produk yang dikembangkan terdiri dari beberapa fitur menu, diantaranya menu materi sistem peredaran darah dalam aplikasi memuat materi komponen darah pada manusia, penggolongan darah, organ sistem peredaran darah dan gangguan atau penyakit sistem peredaran darah. Menu kegiatan praktikum yang terdiri dari praktikum uji golongan darah, praktikum uji komponen sel darah, praktikum bedah organ jantung dan praktikum uji gangguan/penyakit sistem peredaran darah.

2. Media aplikasi laboratorium virtual dinyatakan valid dan sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran alternatif pada kegiatan praktikum materi sistem peredaran darah kelas XI SMA. Hal ini dibuktikan dengan validasi ahli berpikir kritis 14 butir soal valid. Hasil validasi ahli materi 84,7%, validasi ahli media 95%, hasil penilaian guru biologi 87%. Nilai persentase rata-rata dari ketiga validator tersebut 89% dengan kriteria “Sangat Layak” dan yang menunjukkan bahwa laboratorium virtual layak diuji untuk ke tahapan selanjutnya.
3. Kriteria kelayakan juga didasarkan uji skala kecil (respon siswa). Uji skala kecil (respon siswa) memperoleh nilai rata-rata persentase 84% dengan kriteria “Sangat Layak”. Siswa juga memberikan respon positif terhadap media laboratorium virtual, seperti:
 - a. Aplikasi laboratorium virtual mempunyai tampilan yang menarik sehingga tidak membuat bosan para siswa/siswi.
 - b. Aplikasi laboratorium virtual membantu memahami konsep pembelajaran golongan darah dengan mudah.
 - c. Soal kuis dalam aplikasi laboratorium virtual menjadikan kemampuan berpikir kritis siswa lebih baik.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi laboratorium virtual yang telah dikembangkan dapat dilakukan uji efektivitas kepada siswa untuk mengukur kualitas kelayakannya dalam pembelajaran.
2. Aplikasi laboratorium virtual yang telah dikembangkan dapat menambahkan bab materi lain oleh peneliti selanjutnya.
3. Aplikasi laboratorium virtual yang telah dikembangkan diharapkan dapat diakses oleh pengguna IOS oleh peneliti selanjutnya.
4. Siswa dapat memanfaatkan aplikasi laboratorium virtual untuk membantu mempermudah memahami salah satu materi biologi yaitu sistem peredaran darah.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

1. Mengembangkan aplikasi agar tidak hanya dapat diakses oleh pengguna android, namun juga dapat diakses oleh pengguna IOS .
2. Memperbaiki aplikasi agar lolos verifikasi *Google Play* Store sehingga lebih mudah dalam proses instalasi aplikasi di Android.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, W. C., Suratno, & Iqbal, M. (2016). Pengembangan Virtual Laboratory Sistem Ekskresi dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 4(4), 130–136.
- Adita, A., & Julianto, T. (2016). Penyusunan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Biologi. *Jurnal PPKM II*, 69–73.
- Afsas, S. K., Sutikno, & Fianti. (2023). Penerapan Pembelajaran Berbasis Praktikum Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP. *Jurnal on Education*, 6(1). <https://doi.org/10.37842/sinau.v5i2.55>
- Andi. (2014). *Mudah Belajar Mikrotik Menggunakan Metode Virtualisasi*. Wahana Komputer.
- Ani Daniyati, Ismy Bulqis Saputri, Ricken Wijaya, Siti Aqila Septiyani, & Usep Setiawan. (2023). Konsep Dasar Media Pembelajaran. *Journal of Student Research*, 1(1), 282–294. <https://doi.org/10.55606/jsr.v1i1.993>
- Arif, A., Sukuryadi, S., & Fatimaturrahmi, F. (2019). Pengaruh Ketersediaan Sumber Belajar Di Perpustakaan Sekolah Terhadap Motivasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Ips Terpadu Smp Negeri 1 Praya Barat. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, 1(2), 108–116. <https://doi.org/10.58258/jisip.v1i2.184>
- Arsyad, A. (2016). *Media Pembelajaran*. PT Raja Grafindo Persada.
- Arum, C. P. (2022). *Pengembangan Media Praktikum Virtual Berbasis Android Materi Sistem Sirkulasi Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI Tingkat SMA*. UIN Raden Intan Lampung.

- Astriani, S. A. (2018). *Prinsip dan Kriteria Pemilihan Media Pembelajaran*. Universitas Nurul Jadid.
- Azzahra, F. (2019). Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Melalui Pembelajaran Eksperimen pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit. *Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 4(1), 77–88.
- Barus, E. M. B., & Panggabean, T. N. (2020). Pengaruh Laboratorium Virtual Biologi Berbasis Problem Solving Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(3), 11–18.
- Basyir, H. (2012). *Tafsir Al-Muyassar*. Darul Haq.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design-The ADDIE Approach* (1st ed.). Springer New York.
- Cahyani, A., & Putri, S. O. (2019). Inovasi Pendidikan Melalui Kemampuan Berpikir Kritis. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*, 2(1), 286–297.
- Campbell. (2012). *Buku Ajar Biologi*. Erlangga.
- Elisa, E., Wiratmaja, I. G., Nugraha, I. N. P., & Dantes, K. R. (2021). 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. <https://doi.org/10.22437/jisic.v12i2.11243>
- Ennis, R. H. (2011). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. University of Illinois.
- Etistika Yuni Wijaya, Dwi Agus Sudjimat, & Amat Nyoto. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan. *Jurnal Pendidikan*, 1, 263–278. <http://repository.unikama.ac.id/840/32/263-278>

Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global .pdf. diakses pada; hari/tgl; sabtu, 3 November 2018. jam; 00:26, wib.

Facione, P. a. (2011). Critical Thinking : What It Is and Why It Counts. In *Insight assessment* (Issue ISBN 13: 978-1-891557-07-1.).

Fajari, A. F. N., Kusmayadi, T. A., & Iswahyudi, G. (2013). Profil Poses Berpikir Kritis Siswa dalam Pemecahan Masalah Matematika Kontekstual Ditinjau dari Gaya Kognitif Field Dependent-independent dan Gender. *Jurnal Pembelajaran Matematika*.

Fajrianthi, F., Hendriani, W., & Septarini, B. G. (2016). Pengembangan Tes Berpikir Kritis Dengan Pendekatan Item Response Theory. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*,20(1),45–55.

Falahudin, I., Wigati, I., & Astuti, A. P. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Pembelajaran Materi Pengelolaan Lingkungan Di Smp Negeri 2 Tanjung Lago, Kabupaten Banyuasin. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 2(2), 92–101. <https://doi.org/10.19109/bioilmi.v2i2.1133>

Farhud, D. D., & Yeganeh, M. Z. (2013). A brief history of human blood groups. *Iranian Journal of Public Health*, 42(1), 1–6.

Fitriyani. (2017). *Pengembangan Media Electric Blood Pada Pembelajaran Sistem Peredaran Darah Manusia Untuk Siswa Kelas V Sekolah Dasar*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Gusmawan, D. M., Priatna, N., & Martadiputra, B. A. P. (2021). Perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis siswa ditinjau dari self-regulated learning. *Jurnal Analisa*, 7(1), 66–75. <https://doi.org/10.15575/ja.v7i1.11749>

- Hadi, S., & Novaliyosi. (2019). TIMSS Indonesia (Trends In International Mathematics and Science Study). *Prosiding Seminar Nasional & Call For Papers*.
- Hamdani, M., Prayitno, B. A., & Karyanto, P. (2019). The Improve Ability to Think Critically through the Experimental Method. *Proceeding Biology Education Conference, 16*(Kartimi), 139-145.
- Hamdani, M., Prayitno, B. A., & Karyanto, P. (2021). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Metode Eksperimen. *Prosiding Konferensi Pendidikan Biologi, 16*(1), 139-145.
- Hamzah, & Lamatenggo, N. (2011). *Teknologi Komunikasi & Informasi Pembelajaran*. PT Bumi Aksara.
- Hardani, Auliya, N. H., Andriani, H., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Penerbit Pustaka Ilmu.
- Hasan, M., Milawati, Harahap, T. K., Tahrim, T., Anwari, A. M., Rahmat, A., Masdiana, & Indra, I. M. (2021). *Media Pembelajaran* (F. Sukmawati (ed.)). Tahta Media Group.
- Herrani, C. R. (2015). Herrani.Pdf. In *Jurnal Kependidikan* (Vol. 27, Issue 2, pp. 160-174). http://repository.usd.ac.id/5526/1/1500_03%2BPenggunaan%2BVirtual%2BLab_Chatarina%2BHerrani.pdf
- Hidayat, A., & Meilina, F. H. (2022). Perancangan Desain Antarmuka Aplikasi Pembelajaran Online Berbasis Mobile Menggunakan Metode Design Thingking. *Jurnal Teknik Informatika, 10* (1).
- Inayah, N., Guru, P. P., Tegal, U. P., Wiratmoko, G., Informatika, M. T., & Surakarta, U. M. (2023). *Pengaruh Short Form Content Terhadap Kemampuan Berpikir*. 1(1), 138-145.

- Indriani, L. (2021). *Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMAN 4 Pekanbaru pada Pembelajaran Biologi TA.2020/2021*. Universitas Islam Riau.
- Indriyani, L. (2019). Pemanfaatan Media Pembelajaran Dalam Proses Belajar Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kognitif Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, 2*.
- Jauhari, M. I. (2018). Peran Media Pembelajaran dalam Pendidikan Islam. *Journal PIWULANG, 1*(1), 54. <https://doi.org/10.32478/ngulang.v1i1.155>
- Jaya, H. (2013). Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi, 2*(1), 81-90. <https://doi.org/10.21831/jpv.v2i1.1019>
- Karim, K., & Normaya, N. (2015). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran dalam Pembelajaran Matematika dengan Menggunakan Model Jucama di Sekolah Menengah Pertama. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika, 3*(1).
- Kartimi, & Liliyasi. (2012). Pengembangan alat ukur berpikir kritis pada konsep termokimia untuk siswa sma peringkat atas dan menengah. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 1*(1), 21-26. <https://doi.org/10.15294/jpii.v1i1.2008>
- Khasanah, N., Sajidan, S., Sutarno, S., Prayitno, B. A., & Walid, A. (2019). Critical Thinking Ability and Student's Personal Religious Beliefs: An Analysis of DBUS Model Implementation. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah, 4*(1), 41-49.
- Kurniahtunnisa, Dewi, N. K., & Utami, N. R. (2016). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Materi Sistem Ekskresi. *Journal of*

Biology Education, 5.

- Kwarrie, Y. N. P., Liliana, & Radion, K. (2015). Media Interaktif Pembelajaran Sistem Peredaran Darah Manusia. *Jurnal Infra*, 3(2), 247–252.
- Larasuci, N. M. D. K. (2018). *Pengaruh Perbedaan Waktu Pemeriksaan Terhadap Kadar Glukosa Darah*. Poltekkes Denpasar.
- Latifah, N. (2019). *Pengembangan Praktikum Virtual Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Biologi Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI Di Tingkat SMA/MA*. UIN Raden Intan Lampung.
- Lestari, L., Aprilia, L., Fortuna, N., Cahyo, R. N., Fitriani, S., Mulyana, Y., & Kusumaningtyas, P. (2023). Review: Laboratorium Virtual untuk Pembelajaran Kimia di Era Digital. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.34312/jjec.v5i1.15008>
- Mahera, R. (2023). *Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Berbantuan Laboratorium Virtual Pada Materi Sifat-Sifat Cahaya*. UIN Suska Riau.
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1).
- Marito, S., Silitonga, F. S., & Sabekti, A. W. (2022). *Pengembangan Media Laboratorium Virtual Berbasis Android pada Materi Titrasi Asam Basa Kelas XI SMA*.
- Maslakhatunni'mah, D., Safitri, L. B., & Agnafia, D. N. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis pada Mata Pelajaran IPA Siswa Kelas VII SMP. *Seminar Nasional Pendidikan Sains 2019*, 179–185.

- Mauliana, L. (2022). *Pengembangan Media Praktikum Virtual Berbasis Android Materi Struktur Tumbuhan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI Tingkat SMA*. UIN Raden Intan Lampung.
- Miftah, M. (2013). Fungsi, Dan Peran Media Pembelajaran Sebagai Upaya Peningkatan Kemampuan Belajar Siswa. *Jurnal Kwangsan*, 1(2), 95. <https://doi.org/10.31800/jtpk.v1n2.p95--105>
- Muliawati, D. I., & Norra, B. I. (2021). The influence of quorted card and virtual laboratory media on students' critical thinking ability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012121>
- Munir. (2017). *Pembelajaran Digital*. ALFABETA.
- Musfiqon, H. (2012). *Media & Sumber Pembelajaran*. PT. Prestasi Pustakaraya.
- Nadia, B., Handayani, D., Rismiati, R., Latif, A., & Nurwulan, I. (n.d.). *Hidup Sehat Berdasarkan Golongan Darah* (1st ed.). Dukom Publisher.
- Noris, M. (2022). *Pengembangan Media Virtual Laboratory Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP pada Materi Sistem Ekskresi*. Universitas Sebelas Maret.
- Nurhayati, V. (2017). *Penerapan Laboratorium Virtual Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Konsep Sistem Ekskresi*. Universitas Pasundan Bandung.
- Nurrita, T. (2018a). Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Misykat*, 3(1).
- Nurrita, T. (2018b). Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *MISYKAT: Jurnal*

- Ilmu-Ilmu Al-Quran, Hadist, Syari'ah Dan Tarbiyah*, 3(1), 171. <https://doi.org/10.33511/misykat.v3n1.171>
- Nuryanti, L., Zubaidah, S., & Diantoro, M. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan :Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3, 155–158.
- OECD. (2022). *Trends in mathematics, reading and science performance PISA test scores, OECD average*. <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/>
- Pendidikan, J. I., & Vol, S. H. (2023). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Prezi Pada Kompetensi Dasar Sulaman Fantasi Di Kelas Xi Smk Dharna Wanita Gresi*. 1(1), 164–179.
- Pramita, A. (2021). *Pengembangan Virtual Laboratory Biologi Pada Praktikum Uji Golongan Darah*. UIN Sumatera Utara.
- Pramita, A., Tanjung, I. F., & Maysarah, S. (2023). Pengembangan Virtual Laboratory Biologi Pada Praktikum Uji Golongan Darah. *Jurnal BIOEDUIN: Program Studi Pendidikan Biologi*, 13(1), 36–51. <https://doi.org/10.15575/bioeduin.v13i1.24368>
- Rachmawati, D., & Rohaeti, E. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Sains, Teknologi, dan Masyarakat Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Peduli Lingkungan Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 5(2), 98–105.
- Rahmadayanti, D., Zaini, M., & Kaspul, K. (2022). Keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar kognitif: Pembelajaran sistem peredaran darah menggunakan LKPD-Elektronik. *Practice of The Science of Teaching Journal: Jurnal Praktisi Pendidikan*, 1(2), 65–77. <https://doi.org/10.58362/hafecspost.v1i2.20>

- Ramadhani, Hidayah, A., & Suryaningsih, Y. (2021). Pengembangan Soal Berbasis Higher Order Thingking Skill (HOTS) untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII SMP/MTS pada Materi Lingkaran. *JURMADIKTA (Jurnal Mahasiswa Pendidikan Matematika)*, 1(3), 71–81.
- Ramayanti, N. (2022). *Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Penggunaan Media Gambar pada Mata Pelajaran IPS Di Kelas III SD Negeri 040472 Beganding Tahun Pelajaran 2021/2022*. Universitas Quality Berastagi.
- Rasyida, N., Tapilouw, F., & Priyandoko, D. (2015). Efektivitas pengembangan praktikum virtual untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa SMA pada konsep metagenesis tumbuhan lumut dan paku. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015*, 4, 267–275.
- Reddington. (2012). *Developing Critical Thinking Skills in the ABE Classroom*. Bureau of Adult Education Mini-Grant.
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).
- Risca Ardani, & Suprpto, N. (2014). Pengaruh Model Pembelajaran Guided Inquiry Berbasis Eksperimen Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Fluida Statis Di SMA Negeri 1 Gedangan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 03(02), 168. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/8088>
- Rizka Rauzatul. (2023). *Pengembangan Soal Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP/MTS*.
- Rizky, I. (2014). *Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dengan Menggunakan Media Pembelajaran (Video) pada*

Materi Minyak Bumi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

- Rosnawati, R. (2012). Berpikir Kritis melalui Pembelajaran Matematika untuk Mendukung Pembentukan Karakter Siswa. *Seminar Nasional Pendidikan Di Universitas Sanata Dharma*, 3.
- Rusman, Kurniawan, D., & Riyana, C. (2013). *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi: Mengembangkan Profesionalitas Guru* (1st ed.). Rajawali Pers.
- Salbiah, S. (2017). Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Menggunakan Pembelajaran Discovery Inquiry pada Konsep Koloid. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 2(1), 109–115.
- Sanova, A. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Praktikum Virtual Kimia SMA Menggunakan Program Chem Collective Berbasis Scientific Approach. *Jurnal Sains Sosio Humaniora*, 1.
- Santosa, F. ., Umasih, U., & Sarkadi, S. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran dan Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Hasil Belajar Sejarah Siswa di SMA Negeri 1 Pandeglang. *JTP-Jurnal Teknologi Pendidikan*, 20(1), 13–27.
- Sardiman, A. (2014). *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Rajawali Pers.
- Septikasari, R. (2018). Keterampilan 4C abad 21 dalam pembelajaran. *Jurnal Tarbiyah Al-Awlad*, VIII(2), 107–117.
- Setiawati, A., Ajizah, D. N., Anisa, N. N., Ambarwati, P., Izzati, Z. A. N., & Erika, F. (2021). the 21St Century Skills on Chemistry Learning Based on Virtual Lab in Senior High School. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 11(1), 27–39. <https://doi.org/10.26740/jpps.v11n1.p27-39>

- Shofia, N. A. (2023). *Pengembangan video animasi berbasis nilai – nilai keislaman pada materi sistem peredaran darah sebagai media pembelajaran*. IAIN KUDUS.
- Sholikhathi, I. (n.d.). *Pengembangan Virtual Laboratory dengan Adobe Flash CS Berintegrasi Sains Islam Sebagai Media Instruksional Pada Materi Virus*. UIN Walisongo Semarang.
- Solahuddin, G. (2021). *Lolos dari Masa Kritis di ICU akibat Infeksi Covid-19 dengan Terapi Plasma Konvalesen*. Gridhealt.Id.<https://health.grid.id/amp/352585615/lolo-s-dari-masa-kritis-di-icu-akibat-infeksi-covid-19-dengan-terapi-plasma-konvalesen?page=all>
- Solekhah, I. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Ular Tangga Bercerita Berbasis Pendidikan Karakter Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X Pada Materi Ekosistem Di Ma Hidayatul Muhtadi'in. *BIOEDUCA: Journal of Biology Education*, 2(1), 42. <https://doi.org/10.21580/bioeduca.v2i1.5998>
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. ALFABETA.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. ALFABETA.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. ALFABETA.
- Sulistiani, E., & Masrukan, M. (2017). Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika untuk Menghadapi Tantangan MEA. *In Prisma Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 605–612.
- Suparni. (2016). Metode Pembelajaran Membaca Doa Berbasis Multimedia Untuk Anak Usia Dini. *Indonesian Journal on Software Engineering*, 2 (1).

- Suparni, S. (2017). Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Menggunakan Bahan Ajar Berbasis Integrasi Interkoneksi. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(2), 40–58.
- Susanto, A. (2013). *Teori Belajar & Pembelajaran di Sekolah Dasar* (1st ed.). Prenadamedia Group.
- Susanto, F., & Ayuni, I. R. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Kooperatif Tipe Nht Dengan Strategi Pemecahan Masalah (Problem Solving) Sistematis Bagi Peserta Didik Smp Di Kabupaten Pringsewu. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 6(3), 301. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v6i3.1054>
- Triza, H. (2022). Kegiatan Bongkar Pasang melalui Aplikasi Phet Virtual Laboratory pada Listrik Dinamis. *Progressive of Cognitive and Ability*, 1(2), 50–59. <https://doi.org/10.56855/jpr.v1i2.33>
- Umar. (2014). Media Pendidikan, Peran dan fungsinya dalam pendidikan. *Jurnal Tarbawiyah*, 11(1), 131–144. <https://ejournal.metrouniv.ac.id/index.php/tarbawiyah/article/view/364/177>
- Wibawanto, W. (2020). Laboratorium virtual. In *Semarang: LPPM UNNES* (Issue July).
- Widodo, A. L. D. (2023). Peran Media Pembelajaran dan Permainan dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. In *Thesis Commons* (Vol.3, Issue 2). <https://doi.org/10.37680/basic.v3i2.4632>
- Wisudawati, A. W., & Sulistyowati, E. (2014). *Metodologi Pembelajaran IPA*. Bumi Aksara.
- Wulandari, A. P., Salsabila, A. A., Cahyani, K., Nurazizah, T. S., & Ulfiah, Z. (2023). Pentingnya Media Pembelajaran dalam Proses Belajar Mengajar. *Journal on Education*, 5(2),

3928–3936. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i2.1074>

- Yohana, E. (2017). *Perbandingan Kemampuan Berpikir Kritis Antara Siswa yang Pembelajaran Menggunakan Model Pembelajaran Learning Cycle dan Connecting Organizing Reflecting Extending (CORE) Dengan Memperhatikan Bentuk Penugasan pada Mata Pelajaran Ekonomi Siswa Kelas X SMA Y. Universitas Negeri Lampung.*
- Yuniarti, F., Pramesti, D., & Susanti, R. (2012). Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Materi Pembiakan Virus. *Journal of Biology Education*, 1(1), 86–94.
- Zulhelmi, Adlim, & Mahidin. (2017). Pengaruh Media Pembelajaran Interaktif Terhadap Peningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 05(01), 72–80. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/jpsi>

LAMPIRAN

Lampiran 1: Kisi-kisi wawancara Guru Biologi

Indikator dan Tujuan	Pertanyaan
Mengetahui kurikulum pembelajaran	1. Kurikulum apa yang digunakan dalam mengajar?
Mengetahui media pembelajaran yang digunakan	2. Media pembelajaran apa yang digunakan dalam mengajar?
Mengetahui model pembelajaran yang diterapkan	3. Model Pembelajaran Apa Saja Yang Diterapkan Dalam Pembelajaran?
Mengetahui kendala tentang media pembelajaran	4. Apa Saja Kendala Tentang Media Pembelajaran?
Mengetahui kendala tentang fasilitas yang tersedia di sekolah	5. Apa Saja Kendala Tentang Fasilitas Yang Tersedia
Mengetahui penerapan keterampilan abad 21	6. Apakah Pernah Melakukan Pengukuran Tentang Keterampilan Abad 21?
	7. Apakah keterampilan abad 21 tertuang dalam soal ujian?
Mengetahui instrumen yang sudah dimiliki oleh guru	8. Instrumen apa saja yang sudah dimiliki?

Lampiran 2: Hasil Wawancara Guru Biologi

Data hasil wawancara dengan guru biologi

1. Identitas Sekolah

a. Sekolah : SMAIT Bunayya

b. Alamat : Pasar Kemis, Kabupaten Tangerang

2. Identitas Narasumber

a. Nama Narasumber : Ibu Maghfirah Idzati Aulia S.Pd.

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Kurikulum apa yang digunakan dalam mengajar?	Kurikulum Merdeka
2.	Media pembelajaran apa yang digunakan Dalam mengajar?	Modul dan PPT
3.	Metode pembelajaran Apa Saja Yang Digunakan Dalam Pembelajaran?	Metode Ceramah
4.	Apa Saja Kendala Tentang Media Pembelajaran?	Modul yang telat dicetak, sehingga siswa hanya memakai PPT yang dibuat oleh guru
5.	Apa Saja Kendala Tentang Fasilitas Yang Tersedia	Fasilitas yang tersedia kurang memadai karena masih sekolah baru. Banyak praktikum yang seharusnya dapat dilakukan pada setiap materi namun tidak dilakukan karena keterbatasan alat & prasarana yang menunjang.
6.	Apakah Pernah Melakukan Pengukuran Tentang Keterampilan Abad 21?	Tidak
7.	Instrumen apa saja yang sudah dimiliki?	- Instrumen Penelitian Tengah Semester - Instrumen Penelitian Akhir Semester - Instrumen Evaluasi

Lampiran 3: Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Kelas XI SMAIT
Bunayya

No.	Pertanyaan	Jawaban	Presentasi
1.	Apakah anda memiliki smartphone/laptop/pc	Ya Tidak	100% 0%
2.	Apakah anda menyukai pembelajaran Biologi	Ya Tidak	66,7% 33,3
3.	Apakah anda kesulitan memahami beberapa materi Biologi?	Ya Tidak	100% 0%
4.	Apakah materi sistem peredaran darah merupakan salah satu materi yang sulit dipahami?	Ya Tidak	59,6% 40,4%
5.	Apakah kamu merasa kesulitan saat menjawab latihan soal tentang materi sistem peredaran darah?	Ya Tidak	55,6% 44,4%
6.	Apakah Bapak/Ibu guru anda menggunakan media pembelajaran seperti modul dan power point?	Ya Tidak	100%
7.	Apakah Bapak/Ibu guru anda pernah menggunakan media berbasis android saat kegiatan pembelajaran?	Ya Tidak	66,7% 33,3%
8.	Apakah kamu tau media pembelajaran berbasis android?	Ya Tidak	66,7% 33,3%
9.	Apakah pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran berbasis android dapat meningkatkan motivasi anda dalam belajar biologi?	Ya Tidak	88,9% 11,1%

No.	Pertanyaan	Jawaban	Presentasi
10.	Apakah ada perbedaan antara pembelajaran menggunakan media pembelajaran dan tidak menggunakan media pembelajaran dalam penyampaian materi biologi?	Ya Tidak	77,8% 22,2%
11.	Apakah anda pernah melakukan kegiatan praktikum di sekolah?	Ya Tidak	10% 90%
12.	Apakah disekolah anda terdapat fasilitas laboratorium Biologi?	Ya Tidak	0% 100%
13.	Apakah anda merasa membutuhkan pelaksanaan praktikum untuk membantu dalam memahami materi sistem peredaran darah?	Ya Tidak	88,9% 11,1%
14.	Apakah anda merasa membutuhkan media pembelajaran sebagai alternatif dari tidak terlaksananya praktikum sistem peredaran darah, misal: media pembelajaran laboratorium virtual?	Ya Tidak	77,8% 22,2%
15.	Apakah anda setuju jika dikembangkan media pembelajaran berupa laboratorium virtual sebagai alternatif dari tidak terlaksananya praktikum sistem peredaran darah?	Ya Tidak	88,9% 11,1%

Lampiran 4: Kisi-kisi instrumen Soal Kemampuan Berpikir Kritis Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMAIT Bunayya

Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	No. Soal	Soal
Siswa mampu menganalisis hasil uji penelitian dan mendiagnosa dari gejala - gejala kelainan darah	Memberikan Penjelasan Sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	2	<p>Hasil uji laboratorium darah seorang anak menunjukkan jumlah sel darah putihnya jauh diatas normal, sedangkan sel darah merahnya jauh dibawah normal. Untuk pengobatannya dokter menyarankan agar anak tersebut menjalani kemoterapi. Berdasarkan diagnosa tersebut, bisa disimpulkan bahwa penyakit anak tersebut....</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Penyakit anemia akut diperlukan adanya tindakan kemoterapi untuk pasien B. Siklemia adalah penyakit yang disebabkan tidak seimbangnya komponen darah C. Hemofilia termasuk kedalam penyakit yang penanganannya harus dilakukan kemoterapi D. Leukimia merupakan kanker darah yang pengobatannya dengan metode kemoterapi E. Hipertensi adalah tekanan darah tinggi yang disebabkan peningkatan tekanan darah sistolik
Siswa mampu mengetahui fungsi-fungsi	Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	1	Secara garis besar, darah berfungsi sebagai alat atau media pengangkut. Bahan-bahan yang diangkut merupakan bahan yang dibutuhkan

Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	No. Soal	Soal
komponen darah			<p>oleh tubuh, seperti halnya sel darah merah yang mengikat dan mengedarkan oksigen ke seluruh tubuh. Selain oksigen, bahan lainnya didalam darah seperti hormon, zat makanan, ion dan lain sebagainya perlu diedarkan. Komponen darah yang mengedarkan bahan-bahan tersebut adalah....?</p> <p>A. Yang mengangkut bahan-bahan yang dibutuhkan oleh tubuh yaitu sel darah merah</p> <p>B. Pengangkut yang membawa bahan-bahan tersebut adalah platelet dalam keadaan cair</p> <p>C. Pengangkut bahan-bahan tersebut adalah hematokrit darah yang membawa zat tersebut</p> <p>D. Pengangkut bahan-bahan seperti ion, mineral, hormon, dan zat makanan adalah plasma darah</p> <p>E. Yang mengangkut bahan-bahan yang dibutuhkan oleh tubuh yaitu sel darah putih</p>
Siswa mampu menganalisis kelainan darah dengan mempertimbangan yang tepat untuk menanganinya.		3	<p>Pada tubuh seseorang yang menderita penyakit tifus, sel darah putihnya hanya berjumlah 3 ribu butir/mm³. Kondisi sel darah putih yang turun di bawah normal disebut leukopenia. Pada kondisi ini biasanya dokter akan memberikan obat antibiotik pada pasien tersebut. Menurut pengetahuan yang anda miliki benarkah tindakan tersebut....?</p>

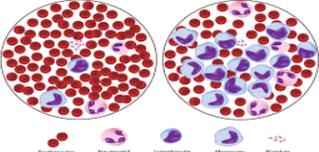
Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	No. Soal	Soal
			<p>A. Percaya sepenuhnya kepada dokter</p> <p>B. Tindakan tersebut benar</p> <p>C. Tindakan tersebut sangat tidak tepat</p> <p>D. Tidak dianjurkan mengikuti saran dokter</p> <p>E. Mencari solusi yang lebih tepat</p>
<p>Siswa mampu menganalisis kelainan jantung dari suatu peristiwa</p>		4	<p>Seorang gadis yang mengalami kerusakan jantung menerima jantung yang baru dipindahkan dari anak lain yang tewas dalam kecelakaan. Pasien ini diberi serum antilimfosit yang mengandung antibodi terhadap limfositnya. Jantung yang ditransplantasi tidak ditolak, tetapi pasien meninggal akibat infeksi bakteri yang luar biasa. Mengapa terjadi demikian?</p> <p>A. Meninggalnya pasien diakibatkan tubuh menolak adanya sel tubuh lain yang berada dalam tubuhnya</p> <p>B. Kemungkinan meninggalnya pasien karena jantung belum bisa beradaptasi dengan lingkungan tubuh yang baru</p> <p>C. Meninggalnya pasien dikarenakan adanya kehilangan darah atau pendarahan yang hebat ketika proses transplantasi berlangsung</p> <p>D. Meninggalnya pasien diakibatkan oleh infeksi</p>

Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	No. Soal	Soal
			<p>bakteri menyerang tubuh saat transplantasi berlangsung</p> <p>E. Kemungkinan meninggalnya pasien karena waktu yang terlambat dalam menanganinya</p>
<p>Siswa mampu mengetahui faktor penyebab anemia</p>	<p>Menyimpulkan (<i>Inference</i>)</p>	<p>5</p>	<p>Jumlah penderita anemia di kalangan siswi SMA di Kab. Karawang terbilang tinggi. Sebagai bagian dari pilot projek, dari 215 siswi SMA 1 Karawang yang diperiksa kadar Hbnya, 34 diantaranya dinyatakan positif Anemia. 50 persen dari penderita anemia itu berasal dari keluarga miskin. Berdasarkan salah satu tagline berita diatas, bagaimana kaitannya seorang siswi yang berasal dari keluarga miskin dengan rendahnya Hb seseorang?</p> <p>A. Seseorang yang berasal dari keluarga miskin, biasanya kekurangan asupan zat makanan bergizi salah satunya dalam pembentukan Hb</p> <p>B. Kondisi seseorang yang berasal dari keluarga miskin biasanya memiliki banyak tekanan jiwanya, sehingga bisa menghambat pembentukan Hb</p> <p>C. Tingkat stres yang seseorang dari keluarga miskin cenderung lebih tinggi, hal ini bisa menghancurkan Hb darah</p> <p>D. Tuntutan belajar yang sangat tinggi, sehingga mengakibatkan siswa rata-</p>

Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	No. Soal	Soal
			<p>rata memiliki anemia karena kelelahan terlalu banyak aktifitas</p> <p>E. Terlalu banyak aktivitas yang dilakukan ,sehingga kelelahan dan dapat mempengaruhi kualitas Hb</p>
<p>Siswa mampu menganalisis kelainan pada penderita hipertensi</p>	<p>Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)</p>	<p>6</p>	<p>Hasil penelitian yang dilakukan oleh Abdus Sukkur di poli jantung RSUD Sidoarjo tahun 2009 menunjukkan hasil bahwa ada hubungan lingk pinggang dengan kejadian hipertensi. Seseorang yang memiliki lingk pinggang yang besar, bisa memicu penyakit hipertensi. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa orang yang memiliki lingk pinggang yang besar, mengindikasikan bahwa banyak tumpukan lemak yang terdapat di perut. Lemak yang terdapat di perut mudah lepas dan bisa masuk ke peredaran darah.</p> <p>Hal tersebut dapat mengganggu reabsorpsi natrium di ginjal sehingga mengakibatkan hipertensi. Penelitian-penelitian yang serupa pun mengatakan hal yang demikian, namun pada kenyataannya banyak juga seseorang yang tidak mengalami kelebihan lemak juga bisa mengalami hipertensi, mengapa demikian....?</p> <p>A. Hipertensi merupakan penyakit turunan, sehingga orang yang kurus sekalipun bisa mengalami hipertensi</p>

Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	No. Soal	Soal
			<p>karena orang tuanya memiliki riwayat sakit hipertensi</p> <p>B. Banyak faktor yang menyebabkan seseorang mengalami hipertensi, seperti merokok atau jarang berolahraga dan tingkat stres yang dialami</p> <p>C. Penggunaan jarum suntik yang bersamaan bisa menjadi faktor seseorang mengalami hipertensi karena tertular dari orang yang mengalami hipertensi</p> <p>D. Hipertensi bisa ditularkan sehingga jika seseorang berdekatan dengan seseorang yang mengidap penyakit hipertensi dia akan terkena hipertensi juga</p> <p>E. Hipertensi bisa terjadi karena faktor emosi yang terlalu tinggi sehingga tidak terkendali</p>
Siswa mampu menganalisis organ peredaran darah		7	<p>Jantung memiliki empat ruang bagian yang memiliki fungsi masing-masing. Empat ruang tersebut adalah dua atrium dan dua ventrikel. Dimana ketebalan dinding masing-masing ruang pada jantung tersebut berbeda-beda sesuai dengan fungsinya. Fungsi yang terkait dengan perbedaan ketebalan dinding jantung tersebut yaitu....?</p> <p>A. Memompa darah ke paru-paru</p>

Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	No. Soal	Soal
			<ul style="list-style-type: none"> B. Memompa darah ke seluruh tubuh C. Menerima darah dari paru-paru D. Menerima darah dari seluruh tubuh E. Menerima darah banyak oksigen
<p>Siswa mampu menganalisis kelainan darah pada penderita alergi</p>		8	<p>Sel darah putih memerankan peran sebagai sistem kekebalan tubuh atau disebut sistem imunitas. Dimana setiap sel darah putih memiliki fungsinya masing-masing. Alergi adalah salah satu reaksi dari pertahanan tubuh dalam memerangi zat asing yang dianggap berbahaya bagi tubuh. Bagaimana mekanisme sel darah putih yang berperan dalam reaksi alergi tersebut adalah....?</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Dalam melawan infeksi bakteri dan benda asing, sel darah putih ini dapat melawan walaupun ukuran bakteri dan benda asing lebih besar dengan memakannya B. Sel yang paling pertama menghadang dan melawan bakteri, virus dan benda asing lainnya yang berperan dalam proses peradangan C. Fungsi secara umum sel darah putih ini ialah membuat antibodi dan menjaga kekebalan tubuh agar tidak terinfeksi zat-zat patogen

Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	No. Soal	Soal
			<p>D. Sel darah putih ini memproduksi antibodi yang disebut immunoglobulin E (IgE) kemudian memediasi respons inflamasi di daerah tubuh yang terkena allergen</p> <p>E. Melacak dan melawan mikroorganisme atau molekul asing penyebab penyakit atau infeksi</p>
<p>Siswa mampu mengetahui gambaran yang ada di preparat mengenai darah</p>		10	<p>Perhatikan gambar dibawah ini!</p>  <p>Menurut pendapatmu berdasarkan gambar diatas, apa yang dapat kamu simpulkan dari dua preparat darah tersebut, preparat darah yang manakah yang merupakan darah yang memiliki komponen darah normal....?</p> <p>A. Kedua preparat tersebut membandingkan antar orang yang hidup di dataran tinggi dan rendah</p> <p>B. Kedua preparat tersebut membandingkan seseorang yang normal dan penderita thalassemia</p> <p>C. Kedua preparat tersebut membandingkan seseorang yang normal dan penderita hemofilia</p> <p>D. Kedua preparat tersebut membandingkan seseorang</p>

Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	No. Soal	Soal
			<p>yang normal dan penderita leukimia</p> <p>E. Kedua preparat tersebut membandingkan seseorang yang normal dan penderita anemia</p>
<p>Siswa mampu menganalisis kaitan antara komponen komponen darah dengan pola hidup sehat</p>	<p>Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)</p>	<p>9</p>	<p>Sel-sel darah merah mempunyai usia \pm 120 hari. Setiap detik ada 3 juta sel darah merah yang mati dan dibersihkan oleh hati dan limpa. Sumsum tulang dapat menghasilkan 4-5 kali laju kerusakan sel darah merah. Bagaimana apabila laju pembentukan sel darah merah melebihi abang batas sewajarnya sehingga mengakibatkan jumlah sel darah merah dalam darah lebih banyak dibandingkan dengan jumlah normal ? Kaitkan dengan pola hidup yang dapat mempengaruhi jumlah sel darah merah!</p> <p>A. Laju pembentukan sel darah merah didalam tubuh harus ditingkatkan agar tubuh semakin sehat dan keseimbangan tubuh terjaga serta agar tidak terkena penyakit anemia yang bisa mengganggu aktivitas sehari-hari</p> <p>B. Laju pembentukan sel darah merah yang berlebihan ini disebabkan oleh infeksi bakteri <i>Mycobacterium tuberculosis</i>, untuk melawan bakteri ini diperlukan <i>tuberculosis</i>, untuk melawan</p>

Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	No. Soal	Soal
			<p>bakteri ini diperlukan eritrosit yang banyak</p> <p>C. Laju pembentukan sel darah merah dipengaruhi oleh banyaknya sel darah putih, jika darah putih sedikit maka produksi sel darah pun sedikit, dan begitu sebaliknya</p> <p>D. Laju pembentukan sel darah merah melebihi abang batas normal disebut dengan polisitemia, polisitemia dapat menyebabkan penyakit yang lebih berbahaya seperti pendarahan pada sistem pencernaan, batu ginjal, bahkan gagal jantung</p> <p>E. Laju pembentukan sel darah merah dipengaruhi oleh zat besi yang merupakan pendukung utama produksi sel darah merah dalam tubuh</p>

(Instrumen ini diadaptasi dari : Hasasiyah, Siti Hardiyanti. 2020. Kelayakan dan Efektivitas Bahan Ajar Berbasis Riset pada Materi Sistem Peredaran Darah terhadap Keterampilan Berpikir Kritis. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang).

KUNCI JAWABAN

No.	Kunci Jawaban	Penjelasan
1.	D. Pengangkut bahan-bahan seperti ion, mineral, hormon, dan zat makanan adalah plasma darah	Plasma adalah komponen darah yang berperan dalam mengangkut sel-sel darah ke seluruh tubuh bersama dengan berbagai zat lain. Misalnya seperti nutrisi, antibodi, zat protein pembekuan, hormon, hasil limbah tubuh, serta protein yang membantu menjaga keseimbangan cairan tubuh.
2.	D. Leukimia merupakan kanker darah yang pengobatannya dengan metode kemoterapi	Kanker darah atau leukemia adalah penyakit yang disebabkan oleh terganggunya fungsi sumsum tulang yang memproduksi sel darah putih, sehingga menghasilkan sel darah putih secara berlebihan dan abnormal di dalam tubuh. Tumbuhnya sel darah putih yang abnormal dan tidak berfungsi normal tersebut menyebabkan tubuh tidak mampu melawan infeksi dan juga menyebabkan terganggunya kemampuan sumsum tulang dalam memproduksi sel darah merah dan trombosit yang penting bagi tubuh
3.	B. Tindakan tersebut benar	Karena orang tersebut terkena tifus yang disebabkan oleh bakteri, sehingga sel darah putih menurun. Jika leukosit rendah disebabkan oleh infeksi bakteri, maka diberikan antibiotik untuk melawan infeksi tersebut.
4.	D. Meninggalnya pasien diakibatkan oleh infeksi bakteri menyerang tubuh	Pasien yang menjalani prosedur transplantasi organ dada yang melibatkan jantung atau paru-paru mempunyai peningkatan risiko

	saat transplantasi berlangsung	terkena berbagai macam infeksi karena immunosupresi yang mendasarinya atau faktor lainnya. Penerima transplantasi jantung berisiko tinggi terkena infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme tersebut, serta infeksi parasit.
5.	D. Tuntutan belajar yang sangat tinggi, sehingga mengakibatkan siswa rata-rata memiliki anemia karena kelelahan terlalu banyak aktifitas	Kekurangan asupan vitamin dan mineral dapat menjadi salah satu penyebab Hb rendah. Salah satu nutrisi yang berperan penting dalam menghasilkan Hb dan sel darah merah adalah zat besi. Jika tubuh Anda kekurangan zat besi, sel darah merah akan sulit diproduksi dan mengakibatkan kadar Hb dalam tubuh berkurang.
6.	B. Banyak faktor yang menyebabkan seseorang mengalami hipertensi, seperti merokok atau jarang berolahraga dan tingkat stres yang dialami	Beberapa kondisi atau gaya hidup yang menjadi faktor risiko terjadinya peningkatan tekanan darah adalah: <ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan berat badan atau obesitas • Kurangnya aktivitas fisik • Terlalu banyak mengonsumsi makanan yang mengandung garam • Konsumsi alkohol berlebihan (lebih dari 1 hingga 2 minuman per hari) • Stres yang berlebihan
7.	B. Memompa darah ke seluruh tubuh	Fungsi utama jantung adalah untuk memompa darah ke seluruh tubuh dan menampungnya kembali setelah organ paru-paru membersihkan darah tersebut. Jantung menyediakan dan mengalirkan oksigen darah ke seluruh

		tubuh, serta membersihkan tubuh dari hasil metabolisme (karbondioksida).
8.	D. Sel darah putih ini memproduksi antibodi yang disebut immunoglobulin E (IgE) kemudian memediasi respons inflamasi di daerah tubuh yang terkena allergen	immunoglobulin E (IgE) adalah antibodi yang dihasilkan oleh sistem kekebalan tubuh untuk melawan zat yang dianggap sebagai ancaman. Saat tubuh mengalami reaksi alergi, jumlah IgE akan meningkat. Sel T pembantu folikel memediasi respons antibodi IgE terhadap alergen di udara.
9.	D. Laju pembentukan sel darah merah melebihi abang batas normal disebut dengan polisitemia, polisitemia dapat menyebabkan penyakit yang lebih berbahaya seperti pendarahan pada sistem pencernaan, batu ginjal, bahkan gagal jantung	Polisitemia adalah kondisi ketika jumlah sel darah merah di dalam tubuh terlalu banyak. Peningkatan sel darah merah lebih akan memperbesar kemungkinan pendarahan pada sistem pencernaan, stroke dan serangan jantung.
10.	D. Kedua preparat tersebut membandingkan seseorang yang normal dan penderita leukimia	Komponen penyusun darah seseorang yang normal dan penderita leukimia terdapat perbedaan. Komponen penyusun darah seseorang yang normal memiliki jumlah leukosit 4.000/11.000 mikroliter darah. Sedangkan pada penderita leukimia memiliki jumlah leukosit Leukemia akut dan kronik dengan krisis blastik maka jumlah leukosit dapat sangat tinggi bahkan mencapai ratusan ribu / mm ³ .

Lampiran 5: Hasil Pra Riset Uji Kemampuan Berpikir Kritis
Siswa Kelas XI SMAIT Bunayya

**Hasil Pra- Riset Soal Keterampilan Berpikir Kritis
Kelas XI SMAIT Bunayya (16 siswa)**

Interpretasi (%)	Kriteria	Jumlah Responden	Persentase
$81,25 < X \leq 100$	Sangat Tinggi	-	-
$71,50 < X \leq 81,25$	Tinggi	1	6,25%
$62,50 < X \leq 71,50$	Sedang	6	37,5%
$43,75 < X \leq 62,50$	Rendah	9	56,25%
$0 < X \leq 43,75$	Sangat Rendah	-	-

Sumber : Hasil Pra Riset

Tabel Hasil Pra Riset Berpikir Kritis Per Indikator Soal

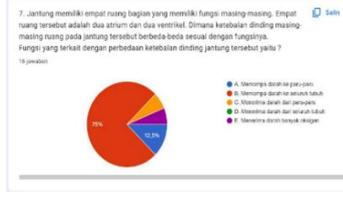
Indikator Berpikir Kritis	Hasil Persentase
Memberikan Penjelasan Sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	43,6%
Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	35,4%
Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	40%
Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	45,35%
Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	31,3%

**Tabel Kriteria Persentase Tes Keterampilan Berpikir
Kritis**

Interpretasi (%)	Klasifikasi
$81,25 < X \leq 100$	Sangat Tinggi
$71,50 < X \leq 81,25$	Tinggi
$62,50 < X \leq 71,50$	Sedang
$43,75 < X \leq 62,50$	Rendah
$0 < X \leq 43,75$	Sangat Rendah

Sumber : (Karim & Normaya, 2015)

Lampiran 6: Hasil Diagram Pra Riset Uji Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMAIT Bunayya



Tabel Persentase Hasil Diagram Pra Riset

Nomor Soal	Kunci Jawaban	Persentase Jawaban Benar	Persentase Jawaban Salah
1.	D. Pengangkut bahan-bahan seperti ion, mineral, hormon, dan zat makanan adalah plasma darah	12,5%	87,5%
2.	D. Leukemia merupakan kanker darah yang pengobatannya dengan metode kemoterapi	43,6%	56,4%
3.	B. Tindakan tersebut benar	18,8%	81,2%
4.	D. Meninggalnya pasien diakibatkan oleh infeksi bakteri menyerang tubuh saat transplantasi berlangsung	75%	25%
5.	D. Tuntutan belajar yang sangat tinggi, sehingga mengakibatkan siswa rata-rata memiliki anemia karena kelelahan terlalu banyak aktifitas	40%	60%
6.	B. Banyak faktor yang menyebabkan seseorang mengalami hipertensi, seperti merokok atau jarang berolahraga dan tingkat stres yang dialami	68,8%	31,2%
7.	B. Memompa darah ke seluruh tubuh	75%	25%
8.	D. Sel darah putih ini memproduksi antibodi yang disebut immunoglobulin E (IgE) kemudian	18,8%	81,2%

Nomor Soal	Kunci Jawaban	Persentase Jawaban Benar	Persentase Jawaban Salah
	memediasi respons inflamasi di daerah tubuh yang terkena allergen		
9.	D. Laju pembentukan sel darah merah melebihi abang batas normal disebut dengan polisitemia, polisitemia dapat menyebabkan penyakit yang lebih berbahaya seperti pendarahan pada sistem pencernaan, batu ginjal, bahkan gagal jantung	31,3%	68,7%
10.	D. Kedua preparat tersebut membandingkan seseorang yang normal dan penderita leukimia	18,8%	81,2%

Lampiran 7: Analisis Dokumen Bahan Ajar Guru Biologi SMAIT
Bunayya

ANALISIS BAHAN AJAR

Bahan Ajar yang Digunakan : Power Point (PPT)

Materi : Sistem Peredaran Darah

Bahan ajar yang digunakan	Kriteria			Keterangan
	1 (Kurang)	2 (Cukup)	3 (Bagus)	
Relevansi dengan indikator dan tujuan pembelajaran		✓		Di dalam bahan ajar materi sudah sesuai dengan indikator dan tujuan pembelajaran. Indikator dan tujuan sudah tercermin dalam materi pembelajaran.
Konsistensi			✓	Guru sudah konsisten dalam tata cara penyusunan materi.
Kecukupan		✓		Tidak terlampir latihan-latihan soal dalam bahan ajar tersebut. Hanya terdapat teka-teki silang yang tidak ada kisi-kisi.
Kemernarikan Media Bahan Ajar yang Digunakan		✓		Materi di dalam bahan ajar cukup padat sehingga membuat bahan ajar ppt terlihat penuh (full materi).

Lampiran 8: Kisi-kisi Instrumen Ahli Validasi Materi

KISI INSTRUMEN ANGGKET VALIDASI AHLI MATERI

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Nomor Item
1.	Pembelajaran	Kejelasan sistematika dan alur materi dalam media	1,2
		Kevalidan materi	3
		Penggunaan media yang relevan	4
		Kesesuaian judul media dengan materi yang disajikan	5
		Kemudahan memahami materi yang disajikan	6
		Kemudahan memahami ilustrasi dalam media	7
		Kesesuaian media dengan karakteristik peserta didik	8
		Pembelajaran dalam media menarik	9
2.	Materi	Kejelasan penguraian materi	10
		Kesesuaian ilustrasi dengan materi	11
		Kesesuaian contoh gambar guna memperjelas penguraian materi	12
		Kedalaman isi materi	13
		Ketepatan penulisan istilah dan ejaan	14,15
		Kesesuaian bahasa	16
3.	Manfaat	Kejelasan media terhadap materi	17
		Kemudahan bagi guru dalam menyampaikan materi	18
		Materi dalam media membantu siswa dalam belajar	19

(Instrumen ini diadaptasi dari : Sa'adah, Ifa Datus. 2018. Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Video Animasi Dengan Menggunakan Adobe After Effect. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Ampel Surabaya).

Lampiran 9: Lembar Angket Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

Judul Penelitian : Pengembangan Laboratorium Virtual
Pada Materi Sistem Peredaran Darah
Kelas XI SMA Untuk Melatih Berpikir
Kritis Siswa

Peneliti : Ninda Nur Mahdiyyah

NIM : 2008086050

Program Studi : Pendidikan Biologi

Validator :

Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal Validasi :

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Dimohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda checklist (\checkmark) pada jawaban yang dianggap paling sesuai.
2. Komentar dan Saran mohon dituliskan pada kolom catatan yang telah disediakan.
3. Sebelum melakukan penelitian, mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

B. IDENTITAS

Nama :

NIP :

Instansi :

C. Kolom Penilaian

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Aspek Materi	1. Materi yang disajikan dalam laboratorium virtual menjabarkan substansi materi yang terkandung dalam CP (Capaian Pembelajaran)				
	2. Materi yang disajikan dalam laboratorium virtual dapat mencerminkan jabaran yang mendukung pencapaian tujuan pembelajaran				
	3. Kedalaman materi yang disajikan dalam laboratorium virtual sesuai dengan kebutuhan materi ajar				
	4. Kelengkapan materi yang disajikan dalam laboratorium virtual sesuai dengan materi ajar				
	5. Kevalidan materi yang disajikan dalam laboratorium virtual sesuai dengan materi ajar				
	1. Materi yang disajikan dalam media pembelajaran sistematis				

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Aspek Pembelajaran	2. Alur media pembelajaran jelas				
	3. Ilustrasi pada media pembelajaran mudah dipahami				
	4. Animasi yang digunakan dapat memperjelas materi				
	5. Media pembelajaran sesuai dengan karakteristik peserta didik kelas XI SMA				
	6. Media pembelajaran membuat pembelajaran lebih menarik				
	Aspek Bahasa	1. Bahasa yang digunakan dalam petunjuk praktikum sesuai dengan kaidah EYD (Ejaan yang Disempurnakan)			
2. Bahasa yang digunakan mudah dipahami siswa (komunikatif)					
3. Bahasa yang digunakan sesuai dengan karakteristik dan tingkat berpikir siswa					
4. Ketepatan penggunaan tanda baca, bahasa, dan istilah					
Aspek Manfaat	1. Media pembelajaran yang digunakan yang dapat memperjelas materi				

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	2. Media pembelajaran memudahkan guru dalam menyampaikan materi				
	3. Materi dalam media pembelajaran membantu siswa dalam belajar				
Jumlah Skor Total					

(Instrumen ini diadopsi dari : Sa'adah, Ifa Datus. 2018. Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Video Animasi Dengan Menggunakan Adobe After Effect. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Ampel Surabaya).

Tabel 3.4 Kriteria Kelayakan Media

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100%-81%	Sangat Layak
80%-61%	Layak
60%-41%	Cukup Layak
40%-21%	Tidak Layak
20%-0%	Sangat Tidak Layak

Sumber : (Modifikasi Sugiyono, 2019)

Rumus Perhitungan Persentase

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor tertinggi ideal}} \times 100\%$$

D. Catatan (Komentar atau Saran)

Komentar	Saran

E. Simpulan

Media Laboratorium Virtual ini dinyatakan:

1. Layak untuk diujicobakan dengan revisi minor.
2. Layak diujicobakan dengan revisi mayor.
3. Tidak layak diujicobakan.

F. Hasil Persentase

--

Semarang,

Validator Ahli Materi

NIP.

Lampiran 10: Kisi-kisi Instrumen Ahli Validasi Media

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Nomor Item
1.	Artistik dan Estetika	Keseimbangan komposisi animasi	1
		Penggunaan teks grafis, animasi, dan audio dalam laboratorium virtual	2,3
		Kemenarikan layout dan tata letak	4
		Pemilihan warna menarik	5
		Keserasian teks, grafis, animasi dan audio meningkatkan motivasi belajar	6
2.	Kemudahan Navigasi	Laboratorium virtual mudah digunakan	7
		Program laboratorium virtual sederhana dalam pengoperasiannya	8
		Bentuk dan letak navigasi konsisten di seluruh konten laboratorium virtual	9
		Navigasi yang dibuat memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya	10
		Program laboratorium virtual dapat berjalan dengan baik atau tidak mudah hang (berhenti)	11
3.	Fungsi keseluruhan	Simulasi eksperimen menjadi pengganti kegiatan laboratorium yang sukar atau mahal	12
		Laboratorium virtual menumbuhkan sikap mandiri dan lebih sedikit meminta bantuan guru	13
		Laboratorium virtual yang dikembangkan dengan spesifikasi yang dapat dijangkau oleh sekolah	14
		Secara keseluruhan laboratorium virtual dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan	15

(Instrumen ini diadaptasi dari : Umah, Fitria Zuhrotul. 2021. Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Menggunakan UNITY Pada Mata Pelajaran Biologi Materi Sistem Ekskresi Untuk Siswa Kelas XI IPA Di MAN 2 Jember. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan. IAIN Jember)

Lampiran 11: Lembar Angket Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Pengembangan Laboratorium Virtual
Pada Materi Sistem Peredaran Darah
Kelas XI SMA Untuk Melatih Berpikir
Kritis Siswa

Peneliti : Ninda Nur Mahdiyyah

NIM : 2008086050

Program Studi : Pendidikan Biologi

Validator :

Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal Validasi :

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Dimohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda checklist (\checkmark) pada jawaban yang dianggap paling sesuai.
2. Komentar dan Saran mohon dituliskan pada kolom catatan yang telah disediakan.
3. Sebelum melakukan penelitian, mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

B. IDENTITAS

Nama :

NIP :

Instansi :

C. Kolom Penilaian

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Artistik dan Estetika	1. Keseimbangan komposisi animasi				
	2. Penggunaan teks, visual (grafis, video/ film/ simulasi, animasi dan audio dengan perbandingan (7%, 55%, 38%), dimaksud bahwa dalam media lebih dominan unsur visual, kemudian audio dan teks yang paling minim				
	3. Penggunaan teks grafis, animasi, dan audio dalam laboratorium virtual				
	4. Kemenarikan layout dan tata letak				
	5. Pemilihan warna menarik				
	6. Keserasian teks, grafis, animasi dan audio meningkatkan motivasi belajar				
Kemudahan Navigasi	7. Laboratorium virtual mudah digunakan				
	8. Program laboratorium virtual sederhana dalam pengoperasiannya				
	9. Bentuk dan letak navigasi konsisten di seluruh konten laboratorium virtual				
	10. Navigasi yang dibuat memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya				
	11. Program laboratorium virtual dapat berjalan dengan baik atau tidak mudah hang (berhenti)				
Fungsi Keseluruhan	12. Simulasi eksperimen menjadi pengganti kegiatan laboratorium yang sukar atau mahal				

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	13. Laboratorium virtual menumbuhkan sikap mandiri dan lebih sedikit meminta bantuan guru				
	14. Laboratorium virtual yang dikembangkan dengan spesifikasi yang dapat dijangkau oleh sekolah				
	15. Secara keseluruhan laboratorium virtual dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan				
Jumlah Skor Total					

(Instrumen ini diadaptasi dari : Umah, Fitria Zuhrotul. 2021. Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Menggunakan UNITY Pada Mata Pelajaran Biologi Materi Sistem Ekskresi Untuk Siswa Kelas XI IPA Di MAN 2 Jember. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan. IAIN Jember).

Tabel 3.4 Kriteria Kelayakan Media

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100%-81%	Sangat Layak
80%-61%	Layak
60%-41%	Cukup Layak
40%-21%	Tidak Layak
20%-0%	Sangat Tidak Layak

Sumber : (Sugiyono, 2019)

Rumus Perhitungan Persentase

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor tertinggi ideal}} \times 100\%$$

D. Catatan (Komentar atau Saran)

Komentar	Saran

E. Simpulan

Media Laboratorium Virtual ini dinyatakan:

1. Layak untuk diujicobakan dengan revisi minor.
2. Layak diujicobakan dengan revisi mayor.
3. Tidak layak diujicobakan

F. Hasil Persentase

--

Semarang,

Validasi Ahli Media

NIP.

Lampiran 12: Kisi-kisi Instrumen Ahli Validasi Berpikir Kritis

No.	Aspek	Indikator	No. Soal
1.	Memberikan Penjelasan Sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	Siswa diharapkan mampu merumuskan pertanyaan terkait dengan konsep golongan darah	1
2.	Memberikan Penjelasan Sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	Siswa mampu menganalisis terkait kandungan komponen yang terdapat dalam plasma darah	2
3.	Memberikan Penjelasan Sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	Siswa mampu menjawab pertanyaan mengenai penyakit yang timbul akibat hipertensi	3
4.	Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	Siswa diharapkan mampu mempertimbangkan suatu laporan hasil observasi terkait uji golongan darah	4
5.	Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	Siswa diharapkan mampu mempertimbangkan suatu laporan hasil observasi terkait komponen sel darah	5
6.	Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	Siswa diharapkan mampu mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak terkait gangguan atau kelainan penyakit pada sistem peredaran darah	6
7.	Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	Siswa diharapkan mampu merumuskan kesimpulan berdasarkan fakta menegani uji golongan darah	7
8.	Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	Siswa diharapkan mampu menyimpulkan terkait proses pembekuan darah	8

No.	Aspek	Indikator	No. Soal
9.	Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	Siswa diharapkan mampu menyimpulkan terkait penyebab penyakit stroke memiliki skor kematian tertinggi di Indonesia	9
10.	Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	Siswa mampu memberikan penjelasan lebih lanjut mengenai Penduduk Indonesia banyak memiliki golongan darah O	10
11.	Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	Siswa mampu memberikan penjelasan lebih lanjut mengenai sirkulasi darah pada pembuluh darah	11
12.	Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	Siswa mampu memberikan penjelasan lebih lanjut mengenai penyakit diabetes	12
13.	Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	Siswa mampu mengatur strategi dan taktik dalam menentukan golongan darah yang sesuai berdasarkan cerita tersebut	13
14.	Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	Siswa mampu mengatur strategi dan taktik dalam menentukan penyakit yang diderita oleh orang tersebut	14
15.	Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	Siswa mampu mengatur strategi dan taktik dalam menentukan penyebab virus tersebut menginfeksi manusia	15

(Instrumen ini dimodifikasi dari : Purwanti . 2022. Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Android Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Mutasi. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Uin Walisongo Semarang).

Lampiran 13: Lembar Ahli Validasi Berpikir Kritis

LEMBAR VALIDASI AHLI BERPIKIR KRITIS

Judul Penelitian : Pengembangan Laboratorium Virtual
Pada Materi Sistem Peredaran Darah

Kelas XI SMA Untuk Melatih Berpikir

Kritis Siswa

Peneliti : Ninda Nur Mahdiyyah

NIM : 2008086050

Program Studi : Pendidikan Biologi

Validator :

Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal Validasi :

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Dimohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda checklist (\checkmark) pada jawaban yang dianggap paling sesuai.
2. Komentar dan Saran mohon dituliskan pada kolom catatan yang telah disediakan.
3. Sebelum melakukan penelitian, mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

B. IDENTITAS

Nama :

NIP :

Instansi :

C. Kolom Penilaian

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
Memberikan Penjelasan Sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	<p>1. Vira mengalami pendarahan pasca melahirkan dan membutuhkan pendonor darah dengan golongan darah O rhesus negatif. Adam selaku suami Vira berencana ingin mendonorkan darah kepada istrinya, namun setelah di test Adam memiliki golongan darah O rhesus positif. Dokter mengatakan bahwa Adam tidak bisa mendonorkan darah kepada istrinya. Mengapa hal demikian dapat terjadi?</p> <p>A. Golongan darah O dengan rhesus negatif hanya dapat menerima donor darah dari tipe yang sama juga</p> <p>B. Golongan darah O dengan rhesus negatif dapat menerima donor darah O dengan rhesus positif</p> <p>C. Golongan darah O dengan rhesus negatif dapat menerima semua tipe golongan darah dengan rhesus positif dan negatif</p> <p>D. Semua golongan darah rhesus positif dapat menerima donor darah dari rhesus positif maupun negatif</p> <p>E. Semua golongan darah rhesus negatif dapat menerima donor darah dari rhesus positif maupun negatif</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk																		
		Ya	Tidak																	
Memberikan Penjelasan Sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	<p>2. Perhatikan tabel dibawah ini!</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Siswa</th> <th rowspan="2">L/P</th> <th rowspan="2">Massa tubuh (kg)</th> <th colspan="2">Banyak denyut nadi setelah beraktivitas</th> </tr> <tr> <th>Duduk/menit</th> <th>Naik turun tangga/menit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zaki</td> <td>L</td> <td>60</td> <td>74</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Echa</td> <td>P</td> <td>55</td> <td>76</td> <td>97</td> </tr> </tbody> </table> <p>Keterangan: L: Laki-laki P: Perempuan</p> <p>Jika dilihat dari tabel hasil pengamatan Kevin dan Rani, perubahan denyut nadi Rani ketika naik turun tangga lebih signifikan dibandingkan dengan Kevin. Apa yang menyebabkan hal ini dapat terjadi?</p> <p>A. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena faktor suhu udara yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p>B. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena faktor umur dan jenis kelamin yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p>C. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena massa tubuh seseorang yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p>	Siswa	L/P	Massa tubuh (kg)	Banyak denyut nadi setelah beraktivitas		Duduk/menit	Naik turun tangga/menit	Zaki	L	60	74	80	Echa	P	55	76	97		
Siswa	L/P				Massa tubuh (kg)	Banyak denyut nadi setelah beraktivitas														
		Duduk/menit	Naik turun tangga/menit																	
Zaki	L	60	74	80																
Echa	P	55	76	97																

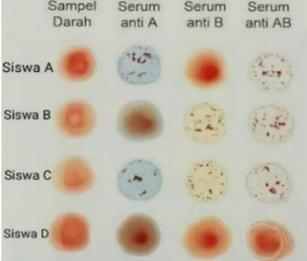
Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>D. Perubahan denyut nadi dapat yang signifikan terjadi karena faktor jenis kelamin dan massa tubuh seseorang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p>E. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena posisi tubuh saat melakukan aktivitas dapat mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p>		
Memberikan Penjelasan Sederhana (Elementary Clarification)	<p>3. Di zaman modern ini, banyak orang yang menderita penyakit hipertensi. Rata-rata penyebab hipertensi adalah gaya hidup yang tidak sehat. Penyakit hipertensi seringkali dianggap remeh oleh sebagian orang dan tanpa kita sadari jika tidak ditangani dengan baik dapat menyebabkan penyakit yang lebih berbahaya dan serius. Pernyataan yang benar mengenai penyakit yang akan timbul jika hipertensi tidak ditangani dengan baik adalah....</p> <p>A. Penyakit yang dapat timbul yaitu hipotensi karena merupakan penyakit yang sama dengan hipertensi yaitu mengenai tekanan darah</p> <p>B. Penyakit yang dapat timbul yaitu stroke karena tekanan darah yang terlalu tinggi</p>		

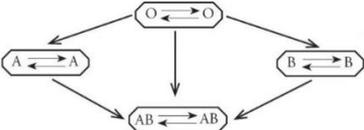
Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>dapat menyebabkan pembuluh darah pecah sehingga menyebabkan stroke</p> <p>C. Penyakit yang dapat timbul yaitu diabetes karena tekanan darah yang terlalu tinggi menyebabkan glukosa dalam darah gagal diserap oleh sel tubuh dengan baik</p> <p>D. Penyakit yang dapat timbul yaitu arteriosklerosis karena terjadi pengerasan pada dinding pembuluh darah akibat adanya tekanan darah yang terlalu tinggi</p> <p>E. Penyakit yang dapat timbul yaitu gagal ginjal yang terjadi karena kurangnya aliran darah ke ginjal</p>		
Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	<p>4. Dimas melakukan pengamatan di laboratorium biologi untuk mengetahui golongan darah yang ia miliki. Setelah dimas mengambil sampel darah dan ditetaskan pada kertas uji golongan darah, kemudian dimas meneteskan masing-masing serum anti-A, serum anti-B dan serum anti AB. Setelah ditetaskan ketiga serum anti tersebut didapatkan hasil pada sampel darah yang ditetesi serum anti AB mengalami aglutinasi. Pernyataan manakah yang benar dibawah ini mengenai golongan darah Dimas?</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk													
		Ya	Tidak												
	<p>A. Dimas memiliki golongan darah A karena sampel darah mengalami aglutinasi setelah ditetesi serum anti B</p> <p>B. Dimas memiliki golongan darah B karena sampel darah mengalami aglutinasi setelah ditetesi serum anti A</p> <p>C. Dimas memiliki golongan darah AB karena sampel darah mengalami aglutinasi setelah ditetesi serum anti AB</p> <p>D. Dimas memiliki golongan darah O karena sampel darah mengalami aglutinasi setelah ditetesi serum anti B</p> <p>E. Dimas memiliki golongan darah B karena sampel darah seharusnya tidak aglutinasi setelah ditetesi serum anti AB</p>														
Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	<p>5. Perhatikan tabel hasil laboratorium dibawah ini!</p> <table border="1" data-bbox="341 970 809 1094"> <thead> <tr> <th>Pemeriksaan</th> <th>Nilai Normal</th> <th>Hasil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eritrosit</td> <td>L: 4,0-5,5 juta/mm³</td> <td>2,1 juta/mm³</td> </tr> <tr> <td>Leukosit</td> <td>L: 4,3-10 ribu/mm³</td> <td>6,7 ribu/mm³</td> </tr> <tr> <td>Trombosit</td> <td>L: 142-424 ribu/mm³</td> <td>410 ribu/mm³</td> </tr> </tbody> </table> <p>Keterangan: L: Laki-laki</p> <p>Farhan merasakan pusing dan cepat lelah saat melakukan aktivitas akhir-akhir ini. Farhan memutuskan untuk melakukan pemeriksaan darah di laboratorium untuk mengetahui kondisi yang sedang dialaminya. Berdasarkan hasil laboratorium tersebut, pernyataan mana yang</p>	Pemeriksaan	Nilai Normal	Hasil	Eritrosit	L: 4,0-5,5 juta/mm ³	2,1 juta/mm ³	Leukosit	L: 4,3-10 ribu/mm ³	6,7 ribu/mm ³	Trombosit	L: 142-424 ribu/mm ³	410 ribu/mm ³		
Pemeriksaan	Nilai Normal	Hasil													
Eritrosit	L: 4,0-5,5 juta/mm ³	2,1 juta/mm ³													
Leukosit	L: 4,3-10 ribu/mm ³	6,7 ribu/mm ³													
Trombosit	L: 142-424 ribu/mm ³	410 ribu/mm ³													

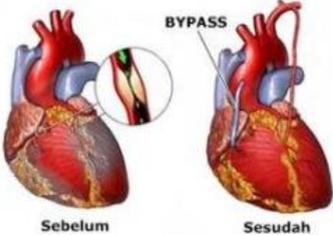
Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk																			
		Ya	Tidak																		
	<p>benar mengenai penyakit yang dialami oleh Farhan?</p> <p>A. Farhan mengalami penyakit polisitemia karena kelebihan dalam memproduksi sel darah merah (eritrosit)</p> <p>B. Farhan mengalami penyakit leukimia karena kelebihan dalam memproduksi sel darah putih (leukosit)</p> <p>C. Farhan mengalami penyakit trombotosis karena jumlah trombosit dalam darah melebihi batas normal</p> <p>D. Farhan mengalami penyakit leukopenia karena kekurangan dalam memproduksi sel darah putih (leukosit)</p> <p>E. Farhan mengalami penyakit anemia karena kekurangan dalam memproduksi sel darah merah (eritrosit)</p>																				
Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	<p>6. Perhatikan tabel dibawah ini!</p> <p style="text-align: center;">Kadar Hemoglobin</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Kadar Hemoglobin</th> <th>Umur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>16-23 g/dL</td> <td>Bayi baru lahir</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10-14 g/dL</td> <td>Anak-anak</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>13-17 g/dL</td> <td>Laki-laki dewasa</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>12-16 g/dL</td> <td>Wanita dewasa tidak hamil</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>11-13 g/dL</td> <td>Wanita dewasa hamil</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabel tersebut menunjukkan jumlah normal Hb. Mengapa terdapat perbedaan jumlah Hb normal diantara data-data tersebut ?</p>	No	Kadar Hemoglobin	Umur	1	16-23 g/dL	Bayi baru lahir	2	10-14 g/dL	Anak-anak	3	13-17 g/dL	Laki-laki dewasa	4	12-16 g/dL	Wanita dewasa tidak hamil	5	11-13 g/dL	Wanita dewasa hamil		
No	Kadar Hemoglobin	Umur																			
1	16-23 g/dL	Bayi baru lahir																			
2	10-14 g/dL	Anak-anak																			
3	13-17 g/dL	Laki-laki dewasa																			
4	12-16 g/dL	Wanita dewasa tidak hamil																			
5	11-13 g/dL	Wanita dewasa hamil																			

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>A. Tabel tersebut jumlah Hb yang harus dimiliki oleh manusia agar terhindar dari penyakit anemia yang bisa berbahaya jika tidak diobati</p> <p>B. Tabel tersebut merupakan jumlah hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis-jenis kelamin, keduanya merupakan faktor yang mempengaruhi jumlah hemoglobin</p> <p>C. Jumlah Hb setiap orang memang berbeda-beda sehingga harus ditentukan jumlah rata-rata normalnya agar dapat dibedakan dengan penderita anemia</p> <p>D. Tabel tersebut menyajikan data perbedaan jumlah Hb berdasarkan pola hidup yang dijalani oleh setiap kalangan masyarakat</p> <p>E. Tabel tersebut merupakan jumlah Hb normal orang-orang yang berada di dataran tinggi dan yang ada di dataran rendah</p>		
Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	7. Siswa kelas XI SMAN 12 Semarang melakukan pengujian golongan darah dan didapatkan hasil yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini		

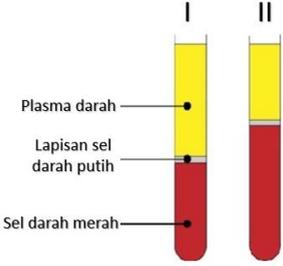
Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	 <p>(Sumber: Sudirman, 2022)</p> <p>Berdasarkan hasil pengujian golongan darah tersebut, maka kesimpulan yang tepat adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Siswa A memiliki golongan darah B karena terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti A dan serum anti AB Siswa B memiliki golongan darah AB karena terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti B dan anti AB Siswa C memiliki golongan darah A karena terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti A dan serum anti AB Siswa D memiliki golongan darah O karena tidak terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti A, serum anti B dan serum anti AB Siswa B memiliki golongan darah O karena terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti B dan serum anti AB 		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	<p>8. Perhatikan skema dibawah ini!</p>  <p>(Sumber: Mikrimah, 2023)</p> <p>Skema diatas merupakan skema transfusi darah berdasarkan sistem golongan darah sistem ABO. Kesimpulan apa yang didapat berdasarkan skema golongan darah tersebut ?</p> <p>A. Golongan darah O merupakan resepien universal, karena menerima tranfusi darah dari semua golongan darah</p> <p>B. Golongan darah B tidak bisa mendonor ke golongan darah AB, karena golongan darah B bukan donor universal</p> <p>C. Golongan darah AB merupakan donor universal, karena dapat mendonorkan darahnya ke semua golongan darah</p> <p>D. Golongan darah A tidak bisa menerima transfusi darah dari semua golongan darah, karena golongan darah A bukan resipien universal</p> <p>E. Golongan darah AB merupakan resepien universal, karena menerima</p>		

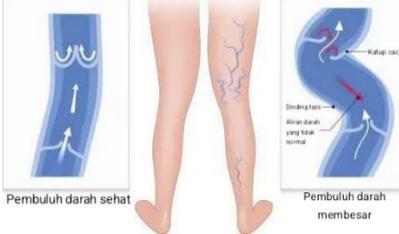
Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk																									
		Ya	Tidak																								
	tranfusi darah dari semua golongan darah																										
Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	<p>9. Data SRS Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (Balitbangkes) 2014 merilis data 10 penyakit yang menjadi penyebab kematian tertinggi di Indonesia baik laki-laki maupun perempuan</p> <p>Kematian Tertinggi di Indonesia</p>  <table border="1"> <caption>Kematian Tertinggi di Indonesia</caption> <thead> <tr> <th>Penyakit</th> <th>Skor Kematian</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>STROKE</td> <td>21.1</td> </tr> <tr> <td>Jantung dan Pembuluh Darah</td> <td>12.9</td> </tr> <tr> <td>Diabetes Mellitus dan komplikasinya</td> <td>8.7</td> </tr> <tr> <td>Tuberkulosis pernapasan</td> <td>8.3</td> </tr> <tr> <td>Hipertensi dan Komplikasinya</td> <td>4.9</td> </tr> <tr> <td>Penyakit Saluran Pernafasan bawah</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>Hepatitis/Liver</td> <td>2.6</td> </tr> <tr> <td>Kecelakaan lalu Lintas</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>Pneumonia</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>Diare disertai Inteksi</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>Pencernaan</td> <td>1.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Sumber: SRS, Balitbangkes Kemenkes RI, 2014)</p> <p>Berdasarkan data tersebut, identifikasilah mengapa penyakit stroke memiliki skor kematian tertinggi dibandingkan penyakit lainnya?</p> <p>A. Penyebabnya yaitu tidak tersedianya obat-obatan yang memadai di beberapa rumah sakit di Indonesia untuk menangani pasien penyakit stroke sehingga mengakibatkan banyak kematian.</p> <p>B. Penyebabnya yaitu pola hidup penduduk Indonesia yang belum terjaga, sehingga berpengaruh terhadap kesehatan lainnya</p>	Penyakit	Skor Kematian	STROKE	21.1	Jantung dan Pembuluh Darah	12.9	Diabetes Mellitus dan komplikasinya	8.7	Tuberkulosis pernapasan	8.3	Hipertensi dan Komplikasinya	4.9	Penyakit Saluran Pernafasan bawah	2.7	Hepatitis/Liver	2.6	Kecelakaan lalu Lintas	2.1	Pneumonia	1.9	Diare disertai Inteksi	1.5	Pencernaan	1.5		
Penyakit	Skor Kematian																										
STROKE	21.1																										
Jantung dan Pembuluh Darah	12.9																										
Diabetes Mellitus dan komplikasinya	8.7																										
Tuberkulosis pernapasan	8.3																										
Hipertensi dan Komplikasinya	4.9																										
Penyakit Saluran Pernafasan bawah	2.7																										
Hepatitis/Liver	2.6																										
Kecelakaan lalu Lintas	2.1																										
Pneumonia	1.9																										
Diare disertai Inteksi	1.5																										
Pencernaan	1.5																										

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>C. Penyebabnya yaitu karena kurangnya edukasi penduduk Indonesia mengenai penyakit berbahaya yang perlu dicegah dan ditangani secara tepat</p> <p>D. Penyebabnya yaitu karena kurangnya olahraga sehingga menyebabkan otot-otot saraf menjadi tegang</p> <p>E. Penyebabnya yaitu karena emosi yang berlebihan sehingga membuat otot saraf tegang dan menyebabkan stroke</p>		
Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	<p>10. Serangan jantung terjadi ketika arteri jantung pemasok darah ke jantung mengeras dan tersumbat (penyakit jantung koroner). Salah satu teknologi penyembuhan <i>heart attack</i> atau serangan jantung adalah dengan cara operasi <i>by pass</i> arteri jantung (CABG), yaitu mencangkok pembuluh darah baru berupa arteri atau vena yang sehat.</p>  <p>(Sumber: Nareza, 2023) Apabila pembuluh darah baru yang diambil adalah vena untuk</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>menggantikan arteri koroner yang tersumbat, apa yang akan terjadi mengingat bahwa struktur dari arteri dan vena berbeda?</p> <p>A. Jantung yang telah melakukan operasi bypass apabila yang dicangkokkannya adalah sesama arteri maka jantung langsung menerima cangkok pembuluh darah yang baru tersebut</p> <p>B. Jantung yang telah melakukan operasi bypass dapat menerima pencangkokkan pembuluh darah vena yang menggantikan arteri karena walaupun dalam vena terdapat klep, klep ini bertujuan agar darah mengalir satu arah</p> <p>C. Jantung yang telah melakukan operasi bypass dengan mencangkokkan vena menggantikan pembuluh arteri koroner bisa menimbulkan beberapa kelainan pada jantung orang tersebut</p> <p>D. Jantung yang telah melakukan operasi bypass jarang bisa menerima pencangkokkan pembuluh darah vena meskipun vena tersebut dari tubuh sendiri</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>karena strukturnya tidak sama</p> <p>E. Jantung yang telah melakukan operasi bypass belum bisa menerima secara langsung pencangkokkan pembuluh darah vena menggantikan arteri karena harus diberikan antiseptik tertentu</p>		
Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	<p>11. Perhatikan gambar dibawah ini!</p>  <p>(Sumber: Hafid, 2022)</p> <p>Gambar tersebut merupakan darah yang telah disentrifugasi untuk mengetahui hematokrit seseorang. Hematokrit adalah jumlah sel darah merah dalam darah. Terdapat perbedaan jumlah hematokrit pada tabung I dan II. Tabung I merupakan jumlah hematokrit normal. Mengingat fungsi sel darah merah pada tubuh, bagaimana keadaan</p>		

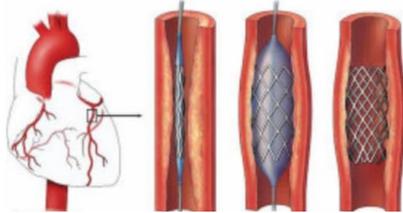
Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>seseorang yang memiliki hematokrit pada tabung II?</p> <p>A. Seseorang tersebut memiliki hematokrit tinggi yang rentan terkena penyakit menular, sehingga darah yang berlebihan tersebut harus didonor</p> <p>B. Seseorang tersebut memiliki jumlah hematokrit yang tinggi, kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang menyebabkan penyakit anemia</p> <p>C. Seseorang tersebut memiliki jumlah hematokrit yang berlebih, sehingga dapat meningkatkan kekebalan tubuh karena peredaran darah menjadi lancar dan metabolisme tinggi</p> <p>D. Seseorang tersebut memiliki kondisi hematokrit yang tinggi, kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang menyebabkan penyakit polisitemia</p> <p>E. Seseorang tersebut memiliki kondisi hematokrit yang sangat tinggi, sehingga dapat menguntungkan karena</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	menyebabkan suplai oksigen tinggi		
Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	<p>12. Pembuluh darah vena memiliki fungsi mengalirkan darah kembali ke jantung. Dalam mengembalikan aliran darah kembali ke jantung, aliran darah dalam vena tidak berbalik arah karena memiliki katup-katup yang terdapat di dalam vena. Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>(Sumber: Aprilia, 2020)</p> <p>Gambar tersebut menunjukkan bahwa terjadi penyumbatan pada pembuluh darah vena. Bagaimana hal tersebut bisa terjadi ?</p> <p>A. Penyumbatan yang terjadi disebabkan adanya infeksi dari bakteri yang menyerang pembuluh darah vena sehingga darah menumpuk pada bagian tertentu terutama bagian betis kaki</p> <p>B. Penyumbatan yang terjadi pada pembuluh darah vena disebabkan melemahnya atau rusaknya katup vena sehingga terjadi arus balik</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>darah dan padatnya darah di dalam pembuluh vena</p> <p>C. Penyumbatan terjadi karena pada pembuluh darah vena dalam mengembalikan aliran darah kembali ke jantung tekanan darah dalam vena harus tinggi, jika tekanan darah terlalu lemah maka akan menghalangi aliran darah</p> <p>D. Penyumbatan terjadi karena adanya tekanan atau benturan yang terjadi pada bagian tubuh sehingga pembuluh darah vena sulit mengembalikan darah ke jantung dan akhirnya menetap</p> <p>E. Penyumbatan pada pembuluh darah vena disebabkan adanya penyempitan pada pembuluh darah vena tersebut sehingga darah mengendap pada pembuluh vena yang menyebabkan vena membengkak dan timbul dipermukaan kulit</p>		
Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	13. Zia mengalami kecelakaan sehingga harus segera dioperasi. Zia membutuhkan transfusi darah dengan golongan darah A. Keluarga dan saudaranya berniat untuk mendonorkan darah mereka, Ayah Zia memiliki		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>golongan darah A dengan tekanan 130/90, dan kakaknya memiliki golongan darah O dengan tekanan darah 120/80 dan sepupunya Putri memiliki golongan darah B dengan tekanan darah 100/60. Berdasarkan cerita tersebut, siapakah dari keluarga Zia yang dapat mendonorkan darahnya untuk Zia?</p> <p>A. Ayah Zia, karena memiliki golongan darah A yang mempunyai antigen A pada sel darah merah dan antibodi B pada plasma dan tekanan darah tinggi</p> <p>B. Kakak Zia, karena memiliki golongan darah O yang tidak mempunyai antigen pada sel darah merah, namun memiliki antibodi A dan B pada plasma</p> <p>C. Sepupu Zia, karena memiliki golongan darah AB yang mempunyai kedua antigen A dan B pada sel darah merah, namun tidak memiliki antibodi pada plasma dan tekanan darah rendah</p> <p>D. Zia membutuhkan golongan darah B yang mempunyai antigen B pada sel darah merah dan antibodi A pada plasma</p> <p>E. Kakak Zia, karena memiliki golongan darah O yang tidak</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	mempunyai antigen pada sel darah merah, namun memiliki antibodi A dan B pada plasma dan tekanan darah yang normal		
Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	<p>14. Syifa didiagnosa mengalami penyakit Thalassemia yang mengharuskan transfusi darah secara rutin. Ica dan Sinta sebagai sahabat ingin membantu Syifa dengan mendonorkan darahnya. Syifa memiliki golongan darah A dengan rhesus negatif, sedangkan Ica memiliki golongan darah B dengan rhesus positif dan Sinta memiliki golongan darah O dengan rhesus negatif. Diantara kedua sahabat Syifa, siapakah yang dapat mendonorkan darahnya untuk Syifa?</p> <p>A. Ica dapat mendonorkan darahnya kepada Syifa karena golongan darah B dapat mendonorkan darah ke seluruh golongan darah</p> <p>B. Sinta dapat mendonorkan darahnya kepada Syifa karena golongan darah sinta O rhesus negatif dengan golongan darah Syifa A rhesus negatif hanya bisa menerima transfusi sesama rhesus negatif</p> <p>C. Syifa tidak dapat menerima transfusi darah dari kedua sahabatnya karena tidak ada</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>golongan darah yang sama dengan golongan darah Syifa</p> <p>D. Sinta dapat mendonorkan darahnya kepada Syifa karena memiliki golongan darah O yang termasuk donor universal</p> <p>E. Ica dapat mendonorkan darahnya kepada Syifa karena golongan darah dengan rhesus positif dapat mentransfusi ke golongan darah dengan rhesus negatif</p>		
Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	<p>15. Salah satu prosedur bedah yang lazim dilakukan untuk seseorang yang memiliki penyakit jantung adalah angioplasti. Bedah ini bertujuan agar pembuluh darah arteri lebih banyak ruang terbentuk bagi aliran darah, dengan menggunakan balon dan memasukkan stent atau semacam kawat kecil untuk menyangga arteri agar tetap terbuka.</p>  <p>(Sumber: Ijal, 2022)</p> <p>Menurut pendapatmu, bagaimana cara agar tidak menimbulkan efek</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>bahaya saat memasukkan kawat atau stent ke dalam saluran pembuluh darah pada bedah angioplasti?</p> <p>A. Stent yang digunakan bisa berbahaya bagi kesehatan sistem sirkulasi apabila tubuh pasien menolak dan diperkirakan sebagai antigen</p> <p>B. Stent yang digunakan merupakan logam yang biasanya memiliki sifat korosif dan bisa berbahaya bagi sistem kesehatan sirkulasi</p> <p>C. Stent yang digunakan meskipun telah lulus uji kelayakan namun pasti memiliki risiko bagi kesehatan dan lebih baik jangan melakukan operasi ini</p> <p>D. Stent yang digunakan harus disterilkan terlebih dahulu baru digunakan untuk operasi angioplasti maka tidak ada efek negatif pada penggunaan stent</p> <p>E. Stent yang digunakan dalam angioplasti biasanya terbuat dari logam dan bersifat permanen dan aman</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	digunakan sehingga tidak menimbulkan efek berbahaya		

(Instrumen ini dimodifikasi dari : Purwanti . 2022. Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Android Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Mutasi. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Uin Walisongo Semarang).

D. Catatan tambahan (Komentar dan Saran)

Komentar	Saran

E. Simpulan

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Butir soal yang valid: • Butir soal yang tidak valid: |
|--|

Semarang,

Validator ahli berpikir kritis

NIP.

KUNCI JAWABAN

No.	Kunci Jawaban	Penjelasan
1.	A. Golongan darah O dengan rhesus negatif hanya dapat menerima donor darah dari tipe yang sama juga	Hal ini disebabkan karena golongan darah O rhesus negatif disebut juga sebagai donor sel darah merah universal karena tidak memiliki antigen A, B, dan faktor Rh. Oleh karena itu, golongan darah O rhesus negatif hanya bisa menerima donor darah dari golongan O rhesus negatif saja.
2.	D. Perubahan denyut nadi dapat yang signifikan terjadi karena faktor jenis kelamin dan massa tubuh seseorang mempengaruhi frekuensi denyut nadi	Denyut nadi pada setiap orang dapat berbeda-beda dan dapat dipengaruhi oleh banyak faktor. Diantaranya adalah usia, aktivitas fisik, tingkat kebugaran, suhu udara, emosi, posisi dan ukuran tubuh, serta konsumsi obat-obatan tertentu.
3.	B. Penyakit yang dapat timbul yaitu stroke karena tekanan darah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pembuluh darah pecah sehingga menyebabkan stroke	Meningkatnya tekanan darah merupakan salah satu penyebab stroke. Tekanan darah tinggi dapat menyebabkan rapuhnya dinding pembuluh darah yang dapat berujung pada pecahnya pembuluh darah.
4.	C. Dimas memiliki golongan darah AB karena sampel darah mengalami aglutinasi setelah ditetesi serum anti AB	Golongan darah AB akan menggumpal jika dicampur dengan serum antibodi anti-A dan anti-B. Hal ini dikarenakan golongan darah AB memiliki antibodi anti-A dan anti-B, namun golongan darah AB tidak memiliki antigen.
5.	E. Farhan mengalami penyakit anemia karena kekurangan dalam memproduksi sel darah merah (eritrosit)	Anemia adalah suatu kondisi dimana tubuh seseorang mengalami penurunan atau jumlah sel darah merah yang ada didalam tubuh berada dibawah batas normal. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan kurangnya hemoglobin di dalam tubuh, sehingga mempengaruhi jumlah produksi sel darah merah.

No.	Kunci Jawaban	Penjelasan
6.	B. Tabel tersebut merupakan jumlah hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis-jenis kelamin, keduanya merupakan faktor yang mempengaruhi jumlah hemoglobin	WHO telah menetapkan batas kadar hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin.
7.	D. Siswa D memiliki golongan darah O karena tidak terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti A, serum anti B dan serum anti AB	Golongan darah O tidak akan menggumpal jika ditambahkan serum anti-A, anti-B maupun anti-AB. Hal ini disebabkan karena golongan darah O tidak memiliki antigen, sehingga jika antigen dan antibodi tidak sejenis jika diberikan reagen maka tidak akan menimbulkan aglutinasi.
8.	E. Golongan darah AB merupakan resepien universal, karena menerima tranfusi darah dari semua golongan darah	Golongan darah AB disebut juga sebagai penerima universal, karena ia bisa menerima transfusi darah dari A, B, AB, dan O. Namun, pemilik golongan darah AB hanya bisa mendonorkan darahnya ke orang yang memiliki golongan darah AB saja.
9.	B. Penyebabnya yaitu pola hidup penduduk Indonesia yang belum terjaga, sehingga berpengaruh terhadap kesehatan lainnya	Sejumlah faktor resiko dari segi fisik yang menjadi pemicu penyakit stroke ialah pola hidup yang tidak sehat seperti merokok, kurang aktivitas fisik, pola makan buruk, kadar kolesterol tinggi, obesitas, terapi pengganti hormon, hipertensi, gangguan irama jantung dan penyakit jantung lainnya,
10.	C. Jantung yang telah melakukan operasi bypass dengan mencangkokkan vena menggantikan pembuluh arteri koroner bisa menimbulkan	Operasi bypass jantung merupakan suatu tindakan operasi besar yang memiliki risiko tertentu dan patut dipertimbangkan, seperti: komplikasi pascaoperasi seperti infeksi, pendarahan atau masalah pernapasan pasca operasi. Gangguan irama

No.	Kunci Jawaban	Penjelasan
	beberapa kelainan pada jantung orang tersebut	jantung (aritmia) dan Infar miokard (serangan jantung).
11.	D. Seseorang tersebut memiliki kondisi hematokrit yang tinggi, kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang menyebabkan penyakit polisitemia	Hematokrit tinggi yang tidak normal disebut polisitemia yaitu gangguan atau penyakit kelainan darah yang ditandai dengan produksi sel darah merah yang berlebihan dari sumsum tulang. Polisitemia dapat menyebabkan terjadinya pengentalan darah, meningkatkan risiko pembekuan darah, dan komplikasi lainnya.
12.	B. Penyumbatan yang terjadi pada pembuluh darah vena disebabkan melemahnya atau rusaknya katup vena sehingga terjadi arus balik darah dan padatnya darah di dalam pembuluh vena	Varises adalah gangguan pada pembuluh darah vena yang membesar, bengkak, dan terpuntir yang sering tampak berwarna biru atau ungu tua. Kondisi ini terjadi ketika katup di pembuluh darah tidak bekerja dengan baik, dan darah tidak mengalir secara efektif. Penyebab timbulnya varises adalah berkurangnya elastisitas dinding pembuluh vena. Hal ini menyebabkan pembuluh vena melemah sehingga tak sanggup mengalirkan darah ke jantung, sebagaimana mestinya.
13.	E. Kakak Zia, karena memiliki golongan darah O yang tidak mempunyai antigen pada sel darah merah, namun memiliki antibodi A dan B pada plasma dan tekanan darah yang normal	Golongan darah A dapat menerima transfuse darah dari golongan darah O. Hal ini karena golongan darah O merupakan donor universal yang dapat mendonorkan darahnya ke seluruh golongan darah.
14.	B. Sinta dapat mendonorkan darahnya kepada Syifa karena golongan darah Sinta O	Jika seseorang tidak memiliki faktor Rh (antigen D) pada permukaan sel darah merah, mereka diklasifikasikan sebagai Rh negatif. Seseorang dengan Rh negatif hanya

No.	Kunci Jawaban	Penjelasan
	rhesus negatif dengan golongan darah Syifa A rhesus negatif hanya bisa menerima transfusi sesama rhesus negatif	dapat menerima darah dari donor dengan golongan darah Rh negatif.
15.	C. Stent yang digunakan meskipun telah lulus uji kelayakan namun pasti memiliki resiko bagi kesehatan dan lebih baik jangan melakukan operasi ini	Adapun salah satu resiko saat melakukan operasi stent jantung yaitu dapat terjadi pendarahan di kulit tempat dokter memasukkan tabung. Kerusakan pembuluh darah pasien dari tabung.

Lampiran 15 : Lembar Angket Validasi Guru Biologi

LEMBAR VALIDASI AHLI GURU BIOLOGI

Judul Penelitian : Pengembangan Laboratorium Virtual
Pada Materi Sistem Peredaran Darah
Kelas XI SMA Untuk Melatih Berpikir
Kritis Siswa

Peneliti : Ninda Nur Mahdiyyah

NIM : 2008086050

Program Studi : Pendidikan Biologi

Validator :

Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal Validasi :

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Dimohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda checklist (\checkmark) pada jawaban yang dianggap paling sesuai.
2. Komentar dan Saran mohon dituliskan pada kolom catatan yang telah disediakan.
3. Sebelum melakukan penelitian, mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

B. IDENTITAS

Nama :

NIP :

Instansi :

C. Kolom Penilaian

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Tampilan	1. Pemilihan latar (background)				
	2. Tata letak				
	3. Komposisi warna				
	4. Kualitas gambar				
	5. Keterbacaan teks				
	6. Pemilihan jenis huruf (font)				
	7. Desain luar produk (cover & casing)				
	8. Mudah untuk digunakan				
	9. Efektif digunakan sebagai media pembelajaran				
	10. Mudah untuk dijaga dan dirawat				
Materi	1. Bahasa yang digunakan baik dan benar				
	2. Materi sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar				
	3. Materi sesuai dengan indikator pencapaian pembelajaran				
	4. Materi sesuai dengan tujuan pembelajaran				
	5. Materi yang disajikan lengkap dan tersusun secara sistematis				
Berpikir Kritis	1. Soal yang disajikan mampu membuat siswa merumuskan pertanyaan terkait dengan konsep materi				
	2. Soal yang disajikan mampu membuat siswa menganalisis argumen				

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	3. Soal yang disajikan mampu membuat siswa mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak				
	4. Soal yang disajikan mampu membuat siswa mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi				
	5. Soal yang disajikan mampu membuat siswa membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi				
	6. Soal yang disajikan mampu membuat siswa mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi				
	7. Soal yang disajikan mampu membuat siswa menentukan tindakan				

(Instrumen ini diadaptasi dari : Prima, Santi. 2020. Pengembangan Sumber Belajar Berupa Flipbook Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA). *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi).

Tabel 3.4 Kriteria Kelayakan Media

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100%-81%	Sangat Layak
80%-61%	Layak
60%-41%	Cukup Layak
40%-21%	Tidak Layak
20%-0%	Sangat Tidak Layak

Sumber : (Sugiyono, 2019)

Rumus Perhitungan Persentase

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor tertinggi ideal}} \times 100\%$$

D. Catatan tambahan (Komentar dan Saran)

Komentar	Saran

E. Simpulan

Media Laboratorium Virtual ini dinyatakan:

1. Layak untuk diujicobakan dengan revisi minor.
2. Layal diujicobakan dengan revisi mayor.
3. Tidak layak diujicobakan.

F. Hasil Persentase

--

Semarang,
Guru Biologi

Maghfirah Idzati Aulia, S.Pd.

Lampiran 16: Lembar Angket Uji Respon Siswa

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Dimohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda checklist (\checkmark) pada jawaban yang dianggap paling sesuai.
2. Komentar dan Saran mohon dituliskan pada kolom catatan yang telah disediakan.
3. Sebelum melakukan penelitian, mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

B. IDENTITAS

Nama :

NIS :

Kelas :

C. Kolom Penilaian

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Aspek Kognitif	1. Saya mudah memahami materi dalam media pembelajaran laboratorium virtual				
	2. Saya mudah memahami istilah dalam media pembelajaran laboratorium virtual				
	3. Saya mudah memahami bahasa dalam media pembelajaran laboratorium virtual				

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	4. Petunjuk yang ada di media pembelajaran laboratorium virtual telah sesuai				
	5. Istilah yang ada di dalam media pembelajaran laboratorium virtual sering saya dengar (familiar)				
	6. Gambar, contoh dan animasi membuat saya lebih memahami materi				
	7. Materi pelajaran mengkaitkan dengan perkembangan teknologi yang sedang terjadi				
	8. Materi pelajaran dapat memberikan umpan balik terhadap respon yang berkaitan				
	9. Dalam media pembelajaran terdapat tujuan pembelajaran				
Aspek Interaktif	10. Tampilan menu utama media pembelajaran memudahkan saya untuk menggunakan media				
	11. Jumlah pilihan menu utama pada media pembelajaran laboratorium virtual sudah sesuai dengan kebutuhan				
	12. Tata letak menu pilihan pada media pembelajaran laboratorium virtual sudah tertata dengan baik				
	13. Isi tampilan pada media pembelajaran laboratorium virtual sudah sesuai dengan menu pilihan				
	14. Tampilan menu utama sudah menarik				
	15. Gambar yang ditampilkan pada media pembelajaran laboratorium virtual memudahkan saya untuk memahami materi				

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	16. Penggunaan font dalam media pembelajaran laboratorium virtual mudah untuk dibaca				
	17. Informasi yang terdapat dalam media sudah dijelaskan secara lengkap				
	18. Bahasa yang digunakan dalam media pembelajaran laboratorium virtual mudah dipahami				
	19. Penulisan istilah-istilah biologi dalam media pembelajaran laboratorium virtual mudah dipahami				
	20. Peristiwa-peristiwa yang dihubungkan dengan konsep biologi sudah diilustrasikan dengan baik				
Aspek Menarik	21. Media pembelajaran laboratorium virtual menumbuhkan rasa ingin tahu saya				
	22. Media pembelajaran laboratorium virtual dapat membantu saya mengaitkan konsep-konsep dengan realita (kehidupan sehari-hari)				
Aspek Efisien	23. Media pembelajaran laboratorium virtual dapat meningkatkan kualitas belajar				
Aspek Kreatif	24. Media pembelajaran laboratorium virtual menimbulkan inspirasi dalam pemecahan masalah				
	25. Media pembelajaran laboratorium virtual membantu saya dalam proses pembelajaran				

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Aspek Berpikir Kritis	26. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya dalam menganalisis dan memecahkan suatu permasalahan				
	27. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya menarik kesimpulan sesuai fakta				
	23. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk merumuskan pertanyaan terkait dengan konsep materi				
	29. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk menganalisis argumen				
	30. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak				
	31. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi				
	32. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi				
	33. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk mendefinisikan				

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	istilah dan mempertimbangkan definisi				
	34. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk menentukan tindakan				
Jumlah Skor Total					

(Instrumen ini diadaptasi dari : Umah, Fitria Zuhrotul. 2021. Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Menggunakan UNITY Pada Mata Pelajaran Biologi Materi Sistem Ekskresi Untuk Siswa Kelas XI IPA Di MAN 2 Jember. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan. IAIN Jember).

Tabel 3.2 Skor Tanggapan

No.	Jawaban	Skor
1.	Sangat Baik (SB)	4
2.	Baik (B)	3
3.	Kurang Baik (KB)	2
4.	Sangat Kurang (SK)	1

Sumber : (Sugiyono, 2018)

D. Catatan tambahan (Komentar dan Saran)

Komentar	Saran

Lampiran 17: Hasil Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

Judul Penelitian : Pengembangan Laboratorium Virtual Pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA Untuk Melatih Berpikir Kritis Siswa

Peneliti : Ninda Nur Mahdiyyah

NIM : 2008086050

Program Studi : Pendidikan Biologi

Validator : Mirtaati Na'ima, M.Sc.

Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal Validasi : 23 April 2024

A. Petunjuk Pengisian Angket

- 1.
2. Dimohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda checklist (√) pada jawaban yang dianggap paling sesuai.
3. Komentar dan Saran mohon dituliskan pada kolom catatan yang telah disediakan.
4. Sebelum melakukan penelitian, mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

B. IDENTITAS

Nama : Mirtaati Na'ima, M.Sc.

NIP : 19880930299032016

Instansi : UIN Walisongo Semarang

C. Kolom Penilaian

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Aspek Materi	1. Materi yang disajikan dalam laboratorium virtual menjabarkan substansi materi yang terkandung dalam CP (Capaian Pembelajaran)			√	
	2. Materi yang disajikan dalam laboratorium virtual dapat mencerminkan jabaran yang mendukung pencapaian tujuan pembelajaran				√
	3. Kedalaman materi yang disajikan dalam laboratorium virtual sesuai dengan kebutuhan materi ajar			√	
	4. Kelengkapan materi yang disajikan dalam laboratorium virtual sesuai dengan materi ajar			√	
	5. Kevalidan materi yang disajikan dalam laboratorium virtual sesuai dengan materi ajar				√

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Aspek Pembelajaran	1. Materi yang disajikan dalam media pembelajaran sistematis				✓
	2. Alur media pembelajaran jelas				✓
	3. Ilustrasi pada media pembelajaran mudah dipahami			✓	
	4. Animasi yang digunakan dapat memperjelas materi			✓	
	5. Media pembelajaran sesuai dengan karakteristik peserta didik kelas XI SMA			✓	
	6. Media pembelajaran membuat pembelajaran lebih menarik				✓
Aspek Bahasa	1. Bahasa yang digunakan dalam petunjuk praktikum sesuai dengan kaidah EYD (Ejaan yang Disempurnakan)			✓	
	2. Bahasa yang digunakan mudah dipahami siswa (komunikatif)			✓	
	3. Bahasa yang digunakan sesuai dengan karakteristik dan tingkat berpikir siswa			✓	
	4. Ketepatan penggunaan tanda baca, bahasa, dan istilah				✓
Aspek Manfaat	1. Media pembelajaran yang digunakan yang dapat memperjelas materi			✓	
	2. Media pembelajaran memudahkan guru dalam menyampaikan materi				✓
	3. Materi dalam media pembelajaran membantu siswa dalam belajar			✓	
Jumlah Skor Total					

(Modifikasi dari Sa'adah (2018) dan Hikmah (2022))

Tabel 3.4 Kriteria Kelayakan Media

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100%-81%	Sangat Layak
80%-61%	Layak
60%-41%	Cukup Layak
40%-21%	Tidak Layak
20%-0%	Sangat Tidak Layak

Sumber : (Modifikasi Sugiyono, 2019)

Rumus Perhitungan Persentase

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor tertinggi ideal}} \times 100\%$$

D. Catatan (Komentar atau Saran)

Komentar	Saran
Sudah baik, Media menarik	Agar lebih nyaman jika tulisan lebih banyak pada gambar sedikit lebih besar lagi

E. Simpulan

Media Laboratorium Virtual ini dinyatakan:

- 1) Layak untuk diujicobakan dengan revisi minor.
2. Layak diujicobakan dengan revisi mayor.
3. Tidak layak diujicobakan.

F. Hasil Persentase

84,7 % (sangat layak)

Semarang, 23 April 2024

Validator Ahli Materi



Mirtaati Na'ima, M.Sc.

Lampiran 18: Rekapitulasi Ahli Materi

No.	Validator	Indikator																	
		Aspek Materi					Aspek Pembelajaran					Aspek Bahasa					Aspek Manfaat		
1.	Mirtaati Na'ima, M.Sc.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Nomor Soal	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3
	Jumlah	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Jumlah Max per-indikator	75	100	75	75	100	100	100	75	75	75	100	75	75	75	100	75	100	75
	% per indikator	61																	
	Jumlah Seluruh Indikator	72																	
	Jumlah Max Seluruh Indikator	87,5%																	
	% Keseluruhan	Sangat Layak																	
	Kriteria Keseluruhan	Sangat Layak																	
	% Rata-rata Per-Aspek	85%	Sangat Layak					87,5%					81,25%					83,3%	
Kriteria Rata-rata Per-Aspek	Sangat Layak																		
% Rata-rata Keseluruhan	84%																		
Kriteria Rata-rata keseluruhan	Sangat Layak																		

Lampiran 19: Hasil Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Pengembangan Laboratorium Virtual Pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA Untuk Melatih Berpikir Kritis Siswa

Peneliti : Ninda Nur Mahdiyyah

NIM : 2008086050

Validator : Nisa Rasyida, M.Pd.

Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal Validasi :

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat bapak/ibu sebagai ahli materi tentang kualitas buku petunjuk praktikum.
2. Dimohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda checklist (✓) pada jawaban yang dianggap paling sesuai.
3. Komentar dan Saran mohon dituliskan pada kolom catatan yang telah disediakan.
4. Sebelum melakukan penelitian, mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

B. IDENTITAS

Nama : *Nisa Rasyida*

NIP : *198803122015032011*

Instansi : *UIN Walisongo*

C. Kolom Penilaian

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Artistik dan Estetika	1. Keseimbangan komposisi animasi				✓
	2. Penggunaan teks, visual (grafis, video/ film/ simulasi, animasi dan audio dengan perbandingan (7%, 55%, 38%), dimaksud bahwa dalam media lebih dominan unsur visual, kemudian audio dan teks yang paling minim				✓
	3. Penggunaan teks grafis, animasi, dan audio dalam laboratorium virtual				✓
	4. Kemenarikan layout dan tata letak				✓
	5. Pemilihan warna menarik				✓
	6. Kecerahan teks, grafis, animasi dan audio meningkatkan motivasi belajar				✓
Kemudahan Navigasi	7. Laboratorium virtual mudah digunakan				✓
	8. Program laboratorium virtual sederhana dalam pengoperasiannya			✓	

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Fungsi Keseluruhan	9. Bentuk dan letak navigasi konsisten di seluruh konten laboratorium virtual				✓
	10. Navigasi yang dibuat memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya			✓	
	11. Program laboratorium virtual dapat berjalan dengan baik atau tidak mudah hang (berhenti)				✓
	12. Simulasi eksperimen menjadi pengganti kegiatan laboratorium yang sukar atau mahal				✓
	13. Laboratorium virtual menumbuhkan sikap mandiri dan lebih sedikit meminta bantuan guru				✓
	14. Laboratorium virtual yang dikembangkan dengan spesifikasi yang dapat dijangkau oleh sekolah				✓
	15. Secara keseluruhan laboratorium virtual dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan			✓	
Jumlah Skor Total					

(Instrumen ini diadaptasi dari : Umah, Fitria Zuhrotul. 2021. Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Menggunakan UNITY Pada Mata Pelajaran Biologi Materi Sistem Ekskresi Untuk Siswa Kelas XI IPA Di MAN 2 Jember. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan. IAIN Jember).

Tabel 3.4 Kriteria Kelayakan Media

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100%-81%	Sangat Layak
80%-61%	Layak
60%-41%	Cukup Layak
40%-21%	Tidak Layak
20%-0%	Sangat Tidak Layak

Sumber : (Sugiyono, 2019)

Rumus Perhitungan Persentase

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor tertinggi ideal}} \times 100\%$$

D. Catatan (Komentar atau Saran)

Komentar	Saran
Perbaiki sesuai saran validator materi & perbaikan layout	

E. Simpulan

Media Laboratorium Virtual ini dinyatakan:

1. Layak untuk diujicobakan dengan revisi minor.
2. Layak diujicobakan dengan revisi mayor.
3. Tidak layak diujicobakan

*) Lingkari salah satu

F. Hasil Persentase

95% (sangat layak)

Semarang, 1 April 2024

Validator Ahli Media



Nisa Rasyida, M.Pd.

Lampiran 19: Rekapitulasi Ahli Media

No.	Validator	Indikator														
		Artistik dan Estetika					Kemudahan Navigasi					Fungsi Keseluruhan				
1.	Nisa Rasyida, M.Pd.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Jumlah	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3
	Jumlah Max per-indikator	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	% per indikator	100	100	100	100	100	100	100	75	100	75	100	100	100	100	75
	Jumlah Seluruh Indikator	57														
	Jumlah Max Seluruh Indikator	60														
	% Keseluruhan	95%														
	Kriteria Keseluruhan	Sangat Layak														
	% Rata-rata Per-Aspek	100%					90%					93,75%				
	Kriteria Rata-rata Per-Aspek	Sangat Layak					Sangat Layak					Sangat Layak				
	% Rata-rata Keseluruhan	95%														
	Kriteria Rata-rata keseluruhan	Sangat Layak														

Lampiran 20: Hasil Validasi Ahli Berpikir Kritis

LEMBAR VALIDASI AHLI BERPIKIR KRITIS

Judul Penelitian : Pengembangan Laboratorium Virtual Pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA Untuk Melatih Berpikir Kritis Siswa

Peneliti : Ninda Nur Mahdiyyah

NIM : 2008086050

Validator : Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd.

Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal Validasi :

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat bapak/ibu sebagai ahli materi tentang kualitas buku petunjuk praktikum.
2. Dimohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda checklist (\checkmark) pada jawaban yang dianggap paling sesuai.
3. Komentar dan Saran mohon dituliskan pada kolom catatan yang telah disediakan.
4. Sebelum melakukan penelitian, mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

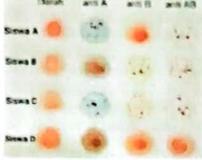
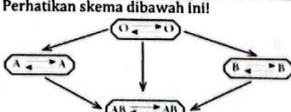
B. Kolom Penilaian

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
Memberikan Penjelasan Sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	<p>1. Vira mengalami pendarahan pasca melahirkan dan membutuhkan pendonor darah dengan golongan darah O rhesus negatif. Adam selaku suami Vira berencana ingin mendonorkan darah kepada istrinya, namun setelah di test Adam memiliki golongan darah O rhesus positif. Dokter mengatakan bahwa Adam tidak bisa mendonorkan darah kepada istrinya. Mengapa hal demikian dapat terjadi?</p> <p>A. Golongan darah O dengan rhesus negatif hanya dapat menerima donor darah dari tipe yang sama juga</p> <p>B. Golongan darah O dengan rhesus negatif dapat menerima donor darah O dengan rhesus positif</p> <p>C. Golongan darah O dengan rhesus negatif dapat menerima semua tipe golongan darah dengan rhesus positif dan negatif</p> <p>D. Semua golongan darah rhesus positif dapat menerima donor darah dari rhesus positif maupun negatif</p> <p>E. Semua golongan darah rhesus negatif dapat menerima donor darah dari rhesus positif maupun negatif</p>	✓	

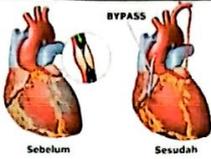
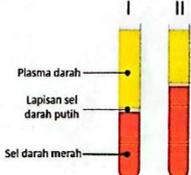
Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk																		
		Ya	Tidak																	
Memberikan Penjelasan Sederhana (Elementary Clarification)	<p>2. Perhatikan tabel dibawah ini!</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Siswa</th> <th rowspan="2">L/P</th> <th rowspan="2">Massa tubuh (kg)</th> <th colspan="2">Banyak denyut nadi setelah beraktivitas</th> </tr> <tr> <th>Duduk/menit</th> <th>Naik turun tangga/menit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zaki</td> <td>L</td> <td>60</td> <td>74</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Echa</td> <td>P</td> <td>55</td> <td>76</td> <td>97</td> </tr> </tbody> </table> <p>Keterangan: L: Laki-laki P: Perempuan</p> <p>Jika dilihat dari tabel hasil pengamatan Kevin dan Rani, perubahan denyut nadi Rani ketika naik turun tangga lebih signifikan dibandingkan dengan Kevin. Apa yang menyebabkan hal ini dapat terjadi?</p> <p>A. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena faktor suhu udara yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p>B. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena faktor umur dan jenis kelamin yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p>C. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena massa tubuh seseorang yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> D. Perubahan denyut nadi dapat yang signifikan terjadi karena faktor jenis kelamin dan massa tubuh seseorang mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p> <p>E. Perubahan denyut nadi yang signifikan dapat terjadi karena posisi tubuh saat melakukan aktivitas dapat mempengaruhi frekuensi denyut nadi</p>	Siswa	L/P	Massa tubuh (kg)	Banyak denyut nadi setelah beraktivitas		Duduk/menit	Naik turun tangga/menit	Zaki	L	60	74	80	Echa	P	55	76	97	✓	
Siswa	L/P				Massa tubuh (kg)	Banyak denyut nadi setelah beraktivitas														
		Duduk/menit	Naik turun tangga/menit																	
Zaki	L	60	74	80																
Echa	P	55	76	97																
Memberikan Penjelasan Sederhana (Elementary Clarification)	<p>3. Di zaman modern ini, banyak orang yang menderita penyakit hipertensi. Rata-rata penyebab hipertensi adalah gaya hidup yang tidak sehat. Penyakit hipertensi seringkali dianggap remeh oleh sebagian orang dan tanpa kita sadari jika tidak ditangani dengan baik dapat menyebabkan penyakit yang lebih berbahaya dan serius. Pernyataan yang benar mengenai penyakit yang akan timbul jika hipertensi tidak ditangani dengan baik adalah...</p> <p>A. Penyakit yang dapat timbul yaitu hipotensi karena merupakan penyakit yang sama dengan hipertensi yaitu mengenai tekanan darah</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> B. Penyakit yang dapat timbul yaitu stroke karena tekanan darah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pembuluh darah pecah sehingga menyebabkan stroke</p>	✓																		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk													
		Ya	Tidak												
	<p>C. Penyakit yang dapat timbul yaitu diabetes karena tekanan darah yang terlalu tinggi menyebabkan glukosa dalam darah gagal diserap oleh sel tubuh dengan baik</p> <p>D. Penyakit yang dapat timbul yaitu arteriosklerosis karena terjadi pengerasan pada dinding pembuluh darah akibat adanya tekanan darah yang terlalu tinggi</p> <p>E. Penyakit yang dapat timbul yaitu gagal ginjal yang terjadi karena kurangnya aliran darah ke ginjal</p>														
Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	<p>4. Dimas melakukan pengamatan di laboratorium biologi untuk mengetahui golongan darah yang ia miliki. Setelah dimas mengambil sampel darah dan ditetaskan pada kertas uji golongan darah, kemudian dimas meneteskan masing-masing serum anti-A, serum anti-B dan serum anti AB. Setelah ditetaskan ketiga serum anti tersebut didapatkan hasil pada sampel darah yang ditetesi serum anti AB mengalami aglutinasi. Pernyataan manakah yang benar dibawah ini mengenai golongan darah Dimas?</p> <p>A. Dimas memiliki golongan darah A karena sampel darah mengalami aglutinasi setelah ditetesi serum anti B</p> <p>B. Dimas memiliki golongan darah B karena sampel darah mengalami aglutinasi setelah ditetesi serum anti A</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> C. Dimas memiliki golongan darah AB karena sampel darah mengalami aglutinasi setelah ditetesi serum anti AB</p> <p>D. Dimas memiliki golongan darah O karena sampel darah mengalami aglutinasi setelah ditetesi serum anti B</p> <p>E. Dimas memiliki golongan darah B karena sampel darah seharusnya tidak aglutinasi setelah ditetesi serum anti AB</p>	✓													
Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	<p>5. Perhatikan tabel hasil laboratorium dibawah ini!</p> <table border="1" data-bbox="453 1034 789 1129"> <thead> <tr> <th>Pemeriksaan</th> <th>Nilai Normal</th> <th>Hasil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eritrosit</td> <td>L: 4,0-5,5 juta/mm³</td> <td>2,1 juta/mm³</td> </tr> <tr> <td>Leukosit</td> <td>L: 4,3-10 ribu/mm³</td> <td>6,7 ribu/mm³</td> </tr> <tr> <td>Trombosit</td> <td>L: 142-424 ribu/mm³</td> <td>410 ribu/mm³</td> </tr> </tbody> </table> <p>Keterangan: L: Laki-laki</p> <p>Farhan merasakan pusing dan cepat lelah saat melakukan aktivitas akhir-akhir ini. Farhan memutuskan untuk melakukan pemeriksaan darah di laboratorium untuk mengetahui kondisi yang sedang dialaminya. Berdasarkan hasil laboratorium tersebut, pernyataan mana yang benar mengenai penyakit yang dialami oleh Farhan?</p>	Pemeriksaan	Nilai Normal	Hasil	Eritrosit	L: 4,0-5,5 juta/mm ³	2,1 juta/mm ³	Leukosit	L: 4,3-10 ribu/mm ³	6,7 ribu/mm ³	Trombosit	L: 142-424 ribu/mm ³	410 ribu/mm ³	✓	
Pemeriksaan	Nilai Normal	Hasil													
Eritrosit	L: 4,0-5,5 juta/mm ³	2,1 juta/mm ³													
Leukosit	L: 4,3-10 ribu/mm ³	6,7 ribu/mm ³													
Trombosit	L: 142-424 ribu/mm ³	410 ribu/mm ³													

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk																			
		Ya	Tidak																		
	<p>A. Farhan mengalami penyakit polisitemia karena kelebihan dalam memproduksi sel darah merah (eritrosit)</p> <p>B. Farhan mengalami penyakit leukimia karena kelebihan dalam memproduksi sel darah putih (leukosit)</p> <p>C. Farhan mengalami penyakit trombositosis karena jumlah trombosit dalam darah melebihi batas normal</p> <p>D. Farhan mengalami penyakit leukopenia karena kekurangan dalam memproduksi sel darah putih (leukosit)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> E. Farhan mengalami penyakit anemia karena kekurangan dalam memproduksi sel darah merah (eritrosit)</p>																				
Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	<p>6. Perhatikan tabel dibawah ini!</p> <p style="text-align: center;">Kadar Hemoglobin</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Kadar Hemoglobin</th> <th>Umur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>16-23 g/dL</td> <td>Bayi baru lahir</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10-14 g/dL</td> <td>Anak-anak</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>13-17 g/dL</td> <td>Laki-laki dewasa</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>12-16 g/dL</td> <td>Wanita dewasa tidak hamil</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>11-13 g/dL</td> <td>Wanita dewasa hamil</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabel tersebut menunjukkan jumlah normal Hb. Mengapa terdapat perbedaan jumlah Hb normal diantara data-data tersebut ?</p> <p>A. Tabel tersebut jumlah Hb yang harus dimiliki oleh manusia agar terhindar dari penyakit anemia yang bisa berbahaya jika tidak diobati</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> B. Tabel tersebut merupakan jumlah hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis-jenis kelamin, keduanya merupakan faktor yang mempengaruhi jumlah hemoglobin</p> <p>C. Jumlah Hb setiap orang memang berbeda-beda sehingga harus ditentukan jumlah rata-rata normalnya agar dapat dibedakan dengan penderita anemia</p> <p>D. Tabel tersebut meyajikan data perbedaan jumlah Hb berdasarkan pola hidup yang dijalani oleh setiap kalangan masyarakat</p> <p>E. Tabel tersebut merupakan jumlah Hb normal orang-orang yang berada di daratan tinggi dan yang ada di daratan rendah</p>	No	Kadar Hemoglobin	Umur	1	16-23 g/dL	Bayi baru lahir	2	10-14 g/dL	Anak-anak	3	13-17 g/dL	Laki-laki dewasa	4	12-16 g/dL	Wanita dewasa tidak hamil	5	11-13 g/dL	Wanita dewasa hamil	✓	
No	Kadar Hemoglobin	Umur																			
1	16-23 g/dL	Bayi baru lahir																			
2	10-14 g/dL	Anak-anak																			
3	13-17 g/dL	Laki-laki dewasa																			
4	12-16 g/dL	Wanita dewasa tidak hamil																			
5	11-13 g/dL	Wanita dewasa hamil																			

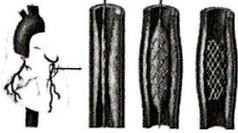
Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
Menyimpulkan (Inference)	<p>7. Siswa kelas XI SMAN 12 Semarang melakukan pengujian golongan darah dan didapatkan hasil yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini</p>  <p>(Sumber: Sudirman, 2022)</p> <p>Berdasarkan hasil pengujian golongan darah tersebut, maka kesimpulan yang tepat adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Siswa A memiliki golongan darah B karena terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti A dan serum anti AB Siswa B memiliki golongan darah AB karena terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti B dan anti AB Siswa C memiliki golongan darah A karena terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti A dan serum anti AB Siswa D memiliki golongan darah O karena tidak terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti A, serum anti B dan serum anti AB Siswa B memiliki golongan darah O karena terjadi aglutinasi setelah diberi serum anti B dan serum anti AB 	✓	
Menyimpulkan (Inference)	<p>8. Perhatikan skema dibawah ini!</p>  <p>(Sumber: Mikrimah, 2023)</p> <p>Skema diatas merupakan skema transfusi darah berdasarkan sistem golongan darah sistem ABO. Kesimpulan apa yang didapat berdasarkan skema golongan darah tersebut ?</p> <ol style="list-style-type: none"> Golongan darah O merupakan resepien universal, karena menerima tranfusi darah dari semua golongan darah Golongan darah B tidak bisa mendonor ke golongan darah AB, karena golongan darah B bukan donor universal Golongan darah AB merupakan donor universal, karena dapat mendonorkan darahnya ke semua golongan darah 	✓	

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>D. Golongan darah A tidak bisa menerima transfusi darah dari semua golongan darah, karena golongan darah A bukan resipien universal</p> <p>E. Golongan darah AB merupakan resepien universal, karena menerima tranfusi darah dari semua golongan darah</p>		
Menyimpulkan (Inference)	<p>9. Data SRS Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (Balitbangkes) 2014 merilis data 10 penyakit yang menjadi penyebab kematian tertinggi di Indonesia baik laki-laki maupun perempuan</p> <p>Kematian Tertinggi di Indonesia</p> <p>(Sumber: SRS, Balitbangkes Kemenkes RI, 2014)</p> <p>Berdasarkan data tersebut, identifikasilah mengapa penyakit stroke memiliki skor kematian tertinggi dibandingkan penyakit lainnya?</p> <p>A. Penyebabnya yaitu tidak tersedianya obat-obatan yang memadai di beberapa rumah sakit di Indonesia untuk menangani pasien penyakit stroke sehingga mengakibatkan banyak kematian.</p> <p>B. Penyebabnya yaitu pola hidup penduduk Indonesia yang belum terjaga, sehingga berpengaruh terhadap kesehatan lainnya</p> <p>C. Penyebabnya yaitu karena kurangnya edukasi penduduk Indonesia mengenai penyakit berbahaya yang perlu dicegah dan ditangani secara tepat</p> <p>D. Penyebabnya yaitu karena kurangnya olahraga sehingga menyebabkan otot-otot saraf menjadi tegang</p> <p>E. Penyebabnya yaitu karena emosi yang berlebihan sehingga membuat otot saraf tegang dan menyebabkan stroke</p>	✓	
Membuat Penjelasan Lanjut (Advanced Clarification)	<p>10. Serangan jantung terjadi ketika arteri jantung pemasok darah ke jantung mengeras dan tersumbat (penyakit jantung koroner). Salah satu teknologi penyembuhan <i>heart attack</i> atau serangan jantung adalah dengan cara operasi by pass arteri jantung (CABG), yaitu mencangkok pembuluh darah baru berupa arteri atau vena yang sehat.</p>	✓	

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	 <p>(Sumber: Nareza, 2023)</p> <p>Apabila pembuluh darah baru yang diambil adalah vena untuk menggantikan arteri koroner yang tersumbat, apa yang akan terjadi mengingat bahwa struktur dari arteri dan vena berbeda?</p> <p>A. Jantung yang telah melakukan operasi bypass apabila yang dicangkokkannya adalah sesama arteri maka jantung langsung menerima cangkok pembuluh darah yang baru tersebut</p> <p>B. Jantung yang telah melakukan operasi bypass dapat menerima pencangkokkan pembuluh darah vena yang menggantikan arteri karena walaupun dalam vena terdapat klep, klep ini bertujuan agar darah mengalir satu arah</p> <p>C. Jantung yang telah melakukan operasi bypass dengan mencangkokkan vena menggantikan pembuluh arteri koroner bisa menimbulkan beberapa kelainan pada jantung orang tersebut</p> <p>D. Jantung yang telah melakukan operasi bypass jarang bisa menerima pencangkokkan pembuluh darah vena meskipun vena tersebut dari tubuh sendiri karena strukturnya tidak sama</p> <p>E. Jantung yang telah melakukan operasi bypass belum bisa menerima secara langsung pencangkokkan pembuluh darah vena menggantikan arteri karena harus diberikan antiseptik tertentu</p>		✓
Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	<p>11. Perhatikan gambar dibawah ini!</p>  <p>(Sumber: Hafid, 2022)</p> <p>Gambar tersebut merupakan darah yang telah disentrifugasi untuk mengetahui hematokrit</p>	✓	

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>seseorang. Hematokrit adalah jumlah sel darah merah dalam darah. Terdapat perbedaan jumlah hematokrit pada tabung I dan II. Tabung I merupakan jumlah hematokrit normal. Mengingat fungsi sel darah merah pada tubuh, bagaimana keadaan seseorang yang memiliki hematokrit pada tabung II?</p> <p>A. Seseorang tersebut memiliki hematokrit tinggi yang rentan terkena penyakit menular, sehingga darah yang berlebihan tersebut harus didonor</p> <p>B. Seseorang tersebut memiliki jumlah hematokrit yang tinggi, kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang menyebabkan penyakit anemia</p> <p>C. Seseorang tersebut memiliki jumlah hematokrit yang berlebih, sehingga dapat meningkatkan kekebalan tubuh karena peredaran darah menjadi lancar dan metabolisme tinggi</p> <p>D. Seseorang tersebut memiliki kondisi hematokrit yang tinggi, kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang menyebabkan penyakit polisitemia</p> <p>E. Seseorang tersebut memiliki kondisi hematokrit yang sangat tinggi, sehingga dapat menguntungkan karena menyebabkan suplai oksigen tinggi</p>	✓	
Membuat Penjelasan Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	<p>12. Pembuluh darah vena memiliki fungsi mengalirkan darah kembali ke jantung. Dalam mengembalikan aliran darah kembali ke jantung, aliran darah dalam vena tidak berbalik arah karena memiliki katup-katup yang terdapat di dalam vena. Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>(Sumber: Aprilia, 2020)</p> <p>Gambar tersebut menunjukkan bahwa terjadi penyumbatan pada pembuluh darah vena. Bagaimana hal tersebut bisa terjadi ?</p>	✓	

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	<p>A. Penyumbatan yang terjadi disebabkan adanya infeksi dari bakteri yang menyerang pembuluh darah vena sehingga darah menumpuk pada bagian tertentu terutama bagian betis kaki</p> <p>B. Penyumbatan yang terjadi pada pembuluh darah vena disebabkan melemahnya atau rusaknya katup vena sehingga terjadi arus balik darah dan padatnya darah di dalam pembuluh vena</p> <p>C. Penyumbatan terjadi karena pada pembuluh darah vena dalam mengembalikan aliran darah kembali ke jantung tekanan darah dalam vena harus tinggi, jika tekanan darah terlalu lemah maka akan menghalangi aliran darah</p> <p>D. Penyumbatan terjadi karena adanya tekanan atau benturan yang terjadi pada bagian tubuh sehingga pembuluh darah vena sulit mengembalikan darah ke jantung dan akhirnya menetap</p> <p>E. Penyumbatan pada pembuluh darah vena disebabkan adanya penyempitan pada pembuluh darah vena tersebut sehingga darah mengendap pada pembuluh vena yang menyebabkan vena membengkak dan timbul dipermukaan kulit</p>	✓	
Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	<p>13. Zia mengalami kecelakaan sehingga harus segera dioperasi. Zia membutuhkan transfusi darah dengan golongan darah A. Keluarga dan saudaranya berniat untuk mendonorkan darah mereka, Ayah Zia memiliki golongan darah A dengan tekanan 130/90, dan kakaknya memiliki golongan darah O dengan tekanan darah 120/80 dan sepupunya Putri memiliki golongan darah B dengan tekanan darah 100/60. Berdasarkan cerita tersebut, siapakah dari keluarga Zia yang dapat mendonorkan darahnya untuk Zia?</p> <p>A. Ayah Zia, karena memiliki golongan darah A yang mempunyai antigen A pada sel darah merah dan antibodi B pada plasma dan tekanan darah tinggi</p> <p>B. Kakak Zia, karena memiliki golongan darah O yang tidak mempunyai antigen pada sel darah merah, namun memiliki antibodi A dan B pada plasma</p> <p>C. Sepupu Zia, karena memiliki golongan darah AB yang mempunyai kedua antigen A dan B pada sel darah merah, namun tidak memiliki antibodi pada plasma dan tekanan darah rendah</p> <p>D. Zia membutuhkan golongan darah B yang mempunyai antigen B pada sel darah merah dan antibodi A pada plasma</p>	✓	

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	E. Kakak Zia, karena memiliki golongan darah O yang tidak mempunyai antigen pada sel darah merah, namun memiliki antibodi A dan B pada plasma dan tekanan darah yang normal		
Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	<p>14. Syifa didiagnosa mengalami penyakit Thalassemia yang mengharuskan transfusi darah secara rutin. Ica dan Sinta sebagai sahabat ingin membantu Syifa dengan mendonorkan darahnya. Syifa memiliki golongan darah A dengan rhesus negatif, sedangkan Ica memiliki golongan darah B dengan rhesus positif dan Sinta memiliki golongan darah O dengan rhesus negatif. Diantara kedua sahabat Syifa, siapakah yang dapat mendonorkan darahnya untuk Syifa?</p> <p>A. Ica dapat mendonorkan darahnya kepada Syifa karena golongan darah B dapat mendonorkan darah ke seluruh golongan darah</p> <p>B. Sinta dapat mendonorkan darahnya kepada Syifa karena golongan darah sinta O rhesus negatif dengan golongan darah Syifa A rhesus negatif hanya bisa menerima transfusi sesama rhesus negatif</p> <p>C. Syifa tidak dapat menerima transfusi darah dari kedua sahabatnya karena tidak ada golongan darah yang sama dengan golongan darah Syifa</p> <p>D. Sinta dapat mendonorkan darahnya kepada Syifa karena memiliki golongan darah O yang termasuk donor universal</p> <p>E. Ica dapat mendonorkan darahnya kepada Syifa karena golongan darah dengan rhesus positif dapat mentransfusi ke golongan darah dengan rhesus negatif</p>	✓	
Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	<p>15. Salah satu prosedur bedah yang lazim dilakukan untuk seseorang yang memiliki penyakit jantung adalah angioplasti. Bedah ini bertujuan agar pembuluh darah arteri lebih banyak ruang terbentuk bagi aliran darah, dengan menggunakan balon dan memasukkan stent atau semacam kawat kecil untuk menyangga arteri agar tetap terbuka.</p>  <p>(Sumber: Ijal, 2022)</p>		

Indikator	Butir Penilaian	Validitas konstruk	
		Ya	Tidak
	kawat atau stent ke dalam saluran pembuluh darah pada bedah angioplasti? A. Stent yang digunakan bisa berbahaya bagi kesehatan sistem sirkulasi apabila tubuh pasien menolak dan diperkirakan sebagai antigen B. Stent yang digunakan merupakan logam yang biasanya memiliki sifat korosif dan bisa berbahaya bagi sistem kesehatan sirkulasi C. Stent yang digunakan meskipun telah lulus uji kelayakan namun pasti memiliki risiko bagi kesehatan dan lebih baik jangan melakukan operasi ini D. Stent yang digunakan harus disterilkan terlebih dahulu baru digunakan untuk operasi angioplasti maka tidak ada efek negatif pada penggunaan stent E. Stent yang digunakan dalam angioplasti biasanya terbuat dari logam dan bersifat permanen dan aman digunakan sehingga tidak menimbulkan efek berbahaya	✓	

(Instrumen ini dimodifikasi dari : Purwanti . 2022. Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Android Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Mutasi. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Uin Walisongo Semarang).

A. Catatan tambahan (Komentar dan Saran)

Komentar	Saran
Ada beberapa soal yang tidak sesuai dengan indikator berpikir kritis. Ada soal yang konsep materi kurang tepat	Perbaiki sesuai dengan indikator Berpikir Kritis. Perbaiki soal, baca referensi sehingga sesuai d konsep materi.

B. Simpulan

- Butir soal yang valid: 14
- Butir soal yang tidak valid: 1

Semarang, 15 Mei 2024

Validator Ahli Berpikir Kritis



Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd.

KUNCI JAWABAN

No.	Jawaban	No.	Jawaban	No.	Jawaban
1.	A	6.	B	11.	D
2.	D	7.	D	12.	B
3.	B	8.	E	13.	E
4.	C	9.	B	14.	B
5.	E	10.	C	15.	C

Lampiran 21: Rekapitulasi Ahli Berpikir Kritis

No.	Validator	Validitas Konstruk														
1.	Nuzani Lattatur Rohani, M.Pd.	Valid (✓) / Tidak Valid (X)														
	Nomor Soal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Hasil Validitas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
	Jumlah Max soal	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Jumlah Soal Yang Valid	14														
	% Rata-rata Keseluruhan	93%														
	Kriteria Keseluruhan	Sangat Layak														

Lampiran 22: Lembar Validasi Guru Biologi

LEMBAR VALIDASI AHLI GURU BIOLOGI

Judul Penelitian : Pengembangan Laboratorium Virtual Pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA Untuk Melatih Berpikir Kritis Siswa

Peneliti : Ninda Nur Mahdiyyah

NIM : 2008086050

Program Studi : Pendidikan Biologi

Validator : *Maghfirah Idzati Dwiarsyada*

Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal Validasi :

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Dimohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda checklist (\checkmark) pada jawaban yang dianggap paling sesuai.
2. Komentar dan Saran mohon dituliskan pada kolom catatan yang telah disediakan.
3. Sebelum melakukan penelitian, mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

B. IDENTITAS

Nama :

NIP :

Instansi :

C. Kolom Penilaian

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Tampilan	1. Pemilihan latar (background)			\checkmark	
	2. Tata letak				\checkmark
	3. Komposisi warna				\checkmark
	4. Kualitas gambar				\checkmark
	5. Keterbacaan teks				\checkmark
	6. Pemilihan jenis huruf (font)			\checkmark	
	7. Desain luar produk (cover & casing)				\checkmark
	8. Mudah untuk digunakan				\checkmark

Indikator	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	9. Efektif digunakan sebagai media pembelajaran			✓	
	10. Mudah untuk dijaga dan dirawat			✓	
Materi	1. Bahasa yang digunakan baik dan benar				✓
	2. Materi sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar			✓	
	3. Materi sesuai dengan indikator pencapaian pembelajaran			✓	
	4. Materi sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓
	5. Materi yang disajikan lengkap dan tersusun secara sistematis			✓	
Berpikir Kritis	1. Soal yang disajikan mampu membuat siswa merumuskan pertanyaan terkait dengan konsep materi			✓	
	2. Soal yang disajikan mampu membuat siswa menganalisis argumen				✓
	3. Soal yang disajikan mampu membuat siswa mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak				✓
	4. Soal yang disajikan mampu membuat siswa mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi			✓	
	5. Soal yang disajikan mampu membuat siswa membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi			✓	
	6. Soal yang disajikan mampu membuat siswa mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi				✓
	7. Soal yang disajikan mampu membuat siswa menentukan tindakan			✓	

(Instrumen ini diadaptasi dari : Prima, Santi. 2020. Pengembangan Sumber Belajar Berupa Flipbook Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA). *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi).

Tabel 3.4 Kriteria Kelayakan Media

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100%-81%	Sangat Layak
80%-61%	Layak
60%-41%	Cukup Layak
40%-21%	Tidak Layak
20%-0%	Sangat Tidak Layak

Sumber : (Sugiyono, 2019)

Rumus Perhitungan Persentase

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor tertinggi ideal}} \times 100\%$$

D. Catatan tambahan (Komentar dan Saran)

Komentar	Saran

E. Simpulan

Media Laboratorium Virtual ini dinyatakan:

1. Layak untuk diujicobakan dengan revisi minor.
2. Layal diujicobakan dengan revisi mayor.
3. Tidak layak diujicobakan.

F. Hasil Persentase

Semarang,

Validator Ahli Guru Biologi


NIP. Maghfirah, S.Pd.

Lampiran 23: Rekapitulasi Penilaian Guru Biologi

No.	Validator	Indikator																											
		Aspek Pampilan										Aspek Materi										Aspek Berpikir Kritis							
	Magfirah Izati Julia, S.Pd.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22						
	Jumlah	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3						
	Jumlah Max per indikator	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
	% per indikator	75%	100%	100%	100%	100%	75%	100%	100%	75%	75%	100%	75%	75%	100%	75%	75%	100%	100%	75%	75%	100%	75%						
	Jumlah Seluruh Indikator	77																											
	Jumlah Max Seluruh Indikator	88																											
	% Keseluruhan	87,5%																											
	Kriteria Keseluruhan	Sangat Layak																											
	% Rata-rata Per-Aspek	90%										85%										86%							
	Kriteria Rata-rata Per-Aspek	Sangat Layak										Sangat Layak										Sangat Layak							
	% Rata-rata Keseluruhan	87%																											
	Kriteria Rata-rata Keseluruhan	Sangat Layak																											

Lampiran 24: Contoh Hasil Respon Perwakilan Siswa

Lembar Angket Uji Respon Siswa terhadap Aplikasi Laboratorium Virtual "Materi Sistem Peredaran Darah"

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Perkenalkan saya Ninda Nur Mahdiyyah Mahasiswa Tingkat Akhir UIN Walisongo Semarang

Saya meminta tolong kepada Siswa/Siswi Kelas XI SMAIT Bunayya untuk meluangkan waktunya dengan mengisi Lembar Angket Uji Respon Siswa terhadap Aplikasi Laboratorium Virtual "Materi Sistem Peredaran Darah"

Nama *

Farida tsabitah

Kelas *

11

Aspek Kognitif

1. Saya mudah memahami materi dalam media pembelajaran laboratorium virtual *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

Petunjuk Pengisian Angket

1. Buka aplikasi V-Lab yang sudah di download.
2. Bacalah pertanyaan yang telah tersedia dan berikan tanggapanmu dengan memilih salah satu jawaban yang dianggap paling sesuai.
3. Sebelum melakukan penelitian, mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

Keterangan Skor Tanggapan

- 4 : Sangat Baik (SB)
- 3 : Baik (B)
- 2 : Kurang Baik (KB)
- 1 : Sangat Kurang (SK)

2. Saya mudah memahami istilah dalam media pembelajaran laboratorium virtual *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

3. Saya mudah memahami bahasa dalam media pembelajaran laboratorium virtual *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

4. Petunjuk yang ada di media pembelajaran laboratorium virtual telah sesuai *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

5. Istilah yang ada di dalam media pembelajaran laboratorium virtual sering saya dengar (familiar) *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

6. Gambar, contoh dan animasi membuat saya lebih memahami materi *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

7. Materi pelajaran mengkaitkan dengan perkembangan teknologi yang sedang terjadi *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

8. Materi pelajaran dapat memberikan umpan balik terhadap respon yang berkaitan

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

9. Dalam media pembelajaran terdapat tujuan pembelajaran *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

Aspek Interaktif

10. Tampilan menu utama media pembelajaran memudahkan saya untuk menggunakan media *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

11. Jumlah pilihan menu utama pada media pembelajaran laboratorium virtual sudah sesuai dengan kebutuhan *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)

11. Jumlah pilihan menu utama pada media pembelajaran laboratorium virtual sudah sesuai dengan kebutuhan *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

12. Tata letak menu pilihan pada media pembelajaran laboratorium virtual sudah tertata dengan baik *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

13. Isi tampilan pada media pembelajaran laboratorium virtual sudah sesuai dengan menu pilihan *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

14. Tampilan menu utama sudah menarik *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

15. Gambar yang ditampilkan pada media pembelajaran laboratorium virtual memudahkan saya untuk memahami materi *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

17. Informasi yang terdapat dalam media sudah dijelaskan secara lengkap *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

16. Penggunaan font dalam media pembelajaran laboratorium virtual mudah untuk dibaca *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

18. Bahasa yang digunakan dalam media pembelajaran laboratorium virtual mudah dipahami *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

19. Penulisan istilah-istilah biologi dalam media pembelajaran laboratorium virtual mudah dipahami *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

20. Peristiwa-peristiwa yang dihubungkan dengan konsep biologi sudah diilustrasikan dengan baik *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

Aspek Menarik

21. Media pembelajaran laboratorium virtual menumbuhkan rasa ingin tahu saya *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

22. Media pembelajaran laboratorium virtual dapat membantu saya mengaitkan konsep-konsep dengan realita (kehidupan sehari-hari) *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)

Aspek Efisien

23. Media pembelajaran laboratorium virtual dapat meningkatkan kualitas belajar *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

25. Media pembelajaran laboratorium virtual membantu saya dalam proses pembelajaran *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

Aspek Kreatif

24. Media pembelajaran laboratorium virtual menimbulkan inspirasi dalam pemecahan masalah *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)

Aspek Berpikir Kritis

26. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya dalam menganalisis dan memecahkan suatu permasalahan *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)

27. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya menarik kesimpulan sesuai fakta *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

29. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk menganalisis argumen *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

28. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk merumuskan pertanyaan terkait dengan konsep materi *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

30. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

31. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

33. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

32. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)

34. Latihan soal dalam media pembelajaran laboratorium virtual melatih saya untuk menentukan tindakan *

- 4 (Sangat Baik)
- 3 (Baik)
- 2 (Kurang Baik)
- 1 (Sangat Kurang)

Apa Tanggapan Anda Mengenai Produk Laboratorium Virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah?

Sangat baik karena animasi dan materi sudah cukup jelas dan mempunyai tampilan yang menarik sehingga tidak membuat bosan para siswa/siswi

**Lampiran 25: Data Hasil Uji Skala Kecil XI SMAIT
BUNAYYA**

No.	Nama	Kelas	Skor	Persentase (%)
1.	Farida	XI IPA	136	100%
2.	Keisya	XI IPA	107	78%
3.	Jasmine	XI IPA	130	95%
4.	Hafiz	XI IPA	103	75%
5.	Fawas	XI IPA	105	77%
6.	Ayu	XI IPA	111	81%
7.	Chairunnisa	XI IPA	123	90%
8.	Naura	XI IPA	115	84%
9.	Rayza	XI IPA	110	80%
10.	Brian	XI IPA	125	92%
11.	Nurul	XI IPA	113	83%
12.	Immara	XI IPA	128	94%
13.	Abiyyu	XI IPA	112	82%
14.	Huwaidi	XI IPA	108	79%
15.	Novita	XI IPA	123	75%
16.	Hazel	XI IPA	114	83%
Nilai Rata-Rata				85%

Lampiran 27: Surat Penunjukkan Dosen Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Prof. Dr. H. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang 50185
Telepon (024) 76433366, Website: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B-8454/Un.10.8/J.8/PP.00.9/11/2023

21 November 2023

Lamp. : -

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Yth.

Bapak/Ibu Dosen

Di UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Ninda Nur Mahdiyyah
NIM : 2008086050
Judul : Pengembangan Laboratorium Virtual pada Pembelajaran Biologi Kelas XI Materi Sistem Peredaran Darah untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis

dan menunjuk Bapak/Ibu:

1. Dwimeji Ayudewandari, M.Sc. sebagai pembimbing metode
2. Widi Cahya Adi, M.Pd. sebagai pembimbing materi

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n, Dekan
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi



Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 19691016200811008

Tembusan:

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

Lampiran 28: Surat Penunjukkan Ahli Materi, Ahli Media dan Ahli Berpikir Kritis



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

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

Nomor : B-1175/Un.10.8/J.8/PP.00.9/03/2024 24 Maret 2024
Lamp. : -
Hal : Surat Permohonan menjadi Validator

Yth.

Bapak/Ibu

1. Mirta'ati Naima, M.Sc.
 2. Nisa Rasyida, M.Pd.
 3. Ndzani Latifatur Rof'ah, M.Pd.
- UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum Wr. Wb.

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

Nama : Ninda Nur Mahdiyyah
NIM : 2008086050
Judul : Pengembangan Laboratorium Virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI SMA untuk Melatih Berpikir Kritis Siswa

Oleh karena itu kami meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi Validator Ahli Materi, Ahli Media dan Ahli Berpikir Kritis pada skripsi tersebut.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Dekan
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi



Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 19691016200811008

Tembusan:

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

Lampiran 29: Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fsi@walisongo.ac.id, Web : <http://isl.walisongo.ac.id>

Nomor : B.2522/Un.10.B/K/SP.01.08/23/2024 23 April 2024
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA IT Bunayya
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Ninda Nur Mahdiyyah
NIM : 2008086050
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Biologi
Judul Penelitian : Pengembangan Laboratorium Virtual pada Materi Sistem Peredaran Darah untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA.

Dosen Pembimbing : 1. Dwimey Ayudewardari Pranatami, M.Sc.
2. Widi Cahya Adi, M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di Sekolah yang Bapak/Ibu pimpin, yang akan dilaksanakan tanggal Mei – Juni 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Muh. Kharis, SH, M.H
19691017 199403 1 002



Tembusan Yth.

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

Lampiran 30: Surat Selesai Penelitian



YAYASAN PRASETYA KARYA SMAIT BUNAYYA

Jl. Prabu Siliwangi (Jl. Raya Pasar Kemis) KM.3,
Kel. Pasir Jaya, Kec. Jatiluwung Kota Tangerang, Banten.
www.sekolahbunayya.sch.id | Telp. 021-59718320 / 085640694984
NPSN. 70037273 | Izin Operasional: 570/1/IOPMSA/DPMPSTP/1/2023

SURAT KETERANGAN

Nomor: 09.001/SMAIT-BNY/VI/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **NURHASAN NUDIN, S.E.**
NRKS : 21023L0012803231225850
Jabatan : Kepala SMAIT BUNAYYA

Dengan ini menerangkan bahwa

Nama : **NINDA NUR MAHDIYYAH**
NIM : 2008086050
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Biologi
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Judul Penelitian : Pengembangan Laboratorium Virtual pada Materi
Sistem Peredaran Darah untuk Melatih Keterampilan
Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA.

Telah melaksanakan Riset di SMAIT BUNAYYA dan selesai tanggal 22 Mei 2024.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kepala SMAIT BUNAYYA

NURHASAN NUDIN, S.E.
NRKS. 21023L0012803231225850

Lampiran 31: Dokumentasi Penelitian



Lampiran 32: Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

- | | | |
|----|--------|--------------------------------|
| 1. | Nama | Ninda Nur Mahdiyyah |
| 2. | TTL | Tangerang, 03 Januari 2002 |
| 3. | Alamat | Perumahan Permata
Tangerang |
| 4. | HP | 0895368524201 |
| 5. | E-Mail | ninda0325@gmail.com |

B. Riwayat Hidup

1. Pendidikan Formal
 - a. TK RA Bhakti Cendikia (2006-2008)
 - b. SDN 1 Gebang Raya (2008-2014)
 - c. SMPIT Bunayya (2014-2017)
 - d. SMAS Dhuhaa Islamic School (2017-2020)
 - e. UIN Walisongo Semarang (2020)
2. Pendidikan Non Formal
 - a. Kampung Inggris Kediri (2018)
 - b. Pesantren Tahfidz Adh Dhuhaa (2018-2020)

C. Karya Ilmiah

1. Artikel Jurnal
 Analisis Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Pendidikan Biologi Semester 2 Prodi Pendidikan Biologi. 2023. JPB-Jurnal Pendidikan Biologi.