

**PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI
DIGITAL SMA KELAS XI SEMESTER GASAL UNTUK
MENGASAH KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR SISWA**

SKRIPSI

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



Oleh: **TUSAMMA SALSABILA**

NIM: 2008086009

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

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Tusamma Salsabila

NIM : 2008086009

Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**"Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA
Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan
Proses Sains Dasar Siswa"**

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

Semarang, 29/04/2024



Tusamma Salsabila

NIM. 2008086009



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

Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Kampus III Ngaliyan Semarang 50185 Telp. 024-76433366
e-mail: fst@walisongo.ac.id web: <http://fst.walisongo.ac.id>

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester
Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa

Penulis : Tusamma Salsabila

NIM : 2008086009

Jurusan : Pendidikan Biologi

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

Semarang, 03 Juni 2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Dian Tauhidah, M.Pd.
NIP. 199310042019032014

Penguji II,

Ira Nailas Sa'adah, M.Si.
NIP. 199204032019032021

Penguji III,

Mirtaati Na'ima, M.Sc.
NIP. 198809302019032016

Penguji IV,

Dr. H. Nur Khasanah, S.Pd., M.Kes.
NIP. 197811132005012001



Pembimbing I,

Dian Tauhidah, M.Pd.
NIP. 199310042019032014

Pembimbing II,

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

NOTA DINAS I

Semarang, 29 April 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

Judul : **Pengembangan Petunjuk Praktikum
Biologi Digital SMA Kelas XI Semester
Gasal Untuk Mengasah Keterampilan
Proses Sains Dasar Siswa**

Penulis : **Tusamma Salsabila**

NIM : **2008086009**

Program Studi : **Pendidikan Biologi**

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I



Dian Tauhidah, M.Pd.

NIP. 199310042019032014

NOTA DINAS II

Semarang, 29/04/2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

Judul : **Pengembangan Petunjuk Praktikum
Biologi Digital SMA Kelas XI Semester
Gasal Untuk Mengasah Keterampilan
Proses Sains Dasar Siswa**

Penulis : **Tusamma Salsabila**

NIM : **2008086009**

Program Studi : **Pendidikan Biologi**

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II



Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc.

NIP. 199304092019032020

ABSTRAK

Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital

SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah

Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa

Tusamma Salsabila

2008086009

Sistem pendidikan di Indonesia mengalami perubahan yang signifikan dengan pencetusan Kurikulum Merdeka oleh Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang bertujuan untuk memberikan kebebasan kepada sekolah dalam mengembangkan kurikulum sesuai dengan kebutuhan. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi menjadi aspek penting dalam implementasi Kurikulum Merdeka yang mengharuskan seorang pendidik dan siswa untuk memanfaatkan kecanggihan teknologi yang berkembang guna mendukung proses pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan desain dan menganalisis kelayakan media petunjuk praktikum biologi digital bermuatan keterampilan proses sains dasar dalam pembelajaran biologi materi semester gasal kelas XI SMA. Penelitian ini menghasilkan produk berupa “Website Petunjuk Praktikum Biologi”. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (RnD). Suatu Metode untuk menghasilkan produk tertentu,

dan menguji keefektifan produk tersebut. Tahapan 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Hasil nilai kelayakan media berdasarkan perolehan penilaian ahli materi 81,3% (sangat layak), ahli media 83,2% (sangat layak), dan ahli keterampilan proses sains 80% (layak). Sedangkan nilai respon ditentukan oleh perolehan dari guru biologi 97,5% (sangat layak) dan siswa 88,36% (sangat layak). Berdasarkan perolehan hasil atau nilai uji dapat disimpulkan bahwa media petunjuk praktikum biologi digital berupa website sangat layak dan sangat valid menjadi media pendukung pembelajaran biologi materi biologi semester gasal untuk siswa kelas XI SMA.

Kata Kunci: *Petunjuk Praktikum, Website, Biologi, Keterampilan Proses Sains Dasar*

ABSTRACT

Development of Digital Biology Practicum Instructions for Class XI Odd Semester High Schools to Sharpen Students Basic Science Process Skills

Tusamma Salsabila

2008086009

The education system in Indonesia experienced significant changes with the launch of the Independent Curriculum by the Minister of Education and Culture of the Republic of Indonesia which aims to give schools freedom to develop a curriculum according to their needs. The development of information and communication technology is an important aspect in the implementation of the Independent Curriculum which requires educators and students to take advantage of developing technological sophistication to support the learning process. This research aims to explain the design and analyze the feasibility of digital biology practicum instruction media based on basic science process skills in biology learning odd semester material for class XI high school. This research produced a product in the form of a "Biology Practical Instructions Website". The research method used is Research and Development (RnD). A method for producing certain products, and testing the effectiveness of these

products. The 4D stages proposed by Thiagarajan are Define, Design, Development and Disseminate. The results of the media suitability score are based on the assessment obtained by material experts 81.3% (very feasible), media experts 83.2% (very feasible), and science process skills experts 80% (decent). Meanwhile, the response value is determined by the achievement of the biology teacher, 97.5% (very decent) and students 88.33% (very decent). Based on the results obtained or test scores, it can be concluded that the media for digital biology practicum instructions in the form of a website is very suitable and very valid as a media to support biology learning odd semester biology material for class XI high school students.

Keywords: *Practical Instructions, Website, Biology, Basic Science Process Skills*

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

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

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

Bacaan Maad :	Bacaan Diftong :
a > = a panjang	au = أُو
i > = i panjang	ai = آي
u > = u panjang	iy = إِي

MOTTO

“Kehidupan adalah sebuah kesempatan, dan kesempatan itu harus dipertaruhkan dan harus diusahakan, dan usaha pasti butuh pengorbanan, maka dari itu maksimalkan usaha kita, karena kita hidup hanya sekali dan semuanya niatkan untuk Allah dan Rasul-Nya.”

(Habib Segaf Baharun)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamin atas segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, ridho serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa”**.

Allahumma Shalli ‘ala Sayyidina Muhammad, shalawat serta salam penulis limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW. yang telah menuntun kepada jalan kebaikan dan penerangan di muka bumi ini melalui ajaran agama Islam, seorang manusia pilihan yang menjadi teladan seluruh umatnya yang dinantikan syafaatnya kelak di hari kiamat. Aamiin Ya Rabbal ‘Alamin.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pendidikan biologi. Penyusunan skripsi ini melewati proses yang tentu tidak terlepas dari banyak pihak yang ikut terlibat mulai dari bimbingan, bantuan, motivasi, do’a nya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada.

1. Allah SWT. yang selalu memberikan kesehatan jasmani serta rohani sehingga penulis kuat dan tabah selama proses penyusunan skripsi.

2. Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
3. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Drs. Listyono, M.Pd. selaku ketua jurusan pendidikan biologi yang telah memberikan izin penelitian.
5. Ibu Dian Tauhidah, M.Pd. selaku pembimbing I dan Ibu Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc. selaku pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan begitu sabar membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini hingga selesai.
6. Segenap dosen dan staff Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang turut memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Dwimey Ayu Dewandari Pranatami, M.Sc. selaku validator ahli materi.
8. Ibu Nisa Rasyida, M.Pd. selaku validator ahli media.
9. Ibu Erna Wijayanti, M.Pd. selaku validator ahli keterampilan proses sains.
10. Ibu Faiqotul Bariroh, S.Pd. selaku guru biologi MA Matholi'ul Anwar Lamongan.
11. Abah Prof. Dr. KH. Imam Taufiq, M.Ag. dan Umi Prof. Dr. Hj Arikah, M.Ag. selaku pengasuh Pondok Pesantren Darul Falah Be-Songo Semarang yang senantiasa memberikan

ilmu, wejangan, semangat, serta motivasi kepada para santrinya

12. Teristimewa untuk Ibu Rumti dan Bapak Mastur selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan baik moral, materi serta do`a.
13. Teristimewa untuk seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan serta do`a.
14. Orang-orang terdekat penulis Luqman Khakim, Ai Siti Nurjanah, Fatikha Amalia dan Inarotul Laila yang sudah senantiasa memberikan dukungan, do`a membantu dan menemani penulis dalam skripsi ini sampai akhir.
15. Seluruh keluarga besar PP. Darul Falah Besongo Angkatan 2020 yang telah memberikan banyak pengalaman dan rasa kekeluargaan yang erat.
16. Seluruh keluarga besar UKM Risalah dan DEMA FST yang telah memberikan banyak pengalaman dan rasa solidaritas yang tinggi.
17. Teman-teman PB Kelas A 2020 yang masih saling memberi dukungan dan motivasi untuk bisa lulus bersama.
18. Teman-teman El-Falah yang telah memberikan do`a serta rasa kekeluargaan yang erat.
19. Teman-teman PLP SMAN 15 Semarang dan teman-teman KKN Desa Poncoruso posko 8 yang sudah berjuang bersama.

20. Segenap kamar 2.5 terkhusus Qoni`atur Rohmah yang sudah berkenan mendengarkan keluh kesah penulis.
21. Semua pihak yang memberikan dukungan dan bantuan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
22. Tidak lupa untuk diri sendiri yang sudah berjuang dan bertahan melewati proses yang begitu rumit hingga sekarang bisa pada tahap ini.

DAFTAR ISI

Table of Contents

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH.....	ii
PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
NOTA DINAS I	iv
NOTA DINAS II.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
TRANSLITERASI ARAB-LATIN	x
MOTTO.....	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
BAB I PENDAHULUAN.....	27
A. Latar Belakang.....	27
B. Identifikasi Masalah.....	42
C. Pembatasan Masalah.....	43
D. Rumusan Masalah	44
E. Tujuan Pengembangan.....	45
F. Manfaat Pengembangan	45
G. Asumsi Pengembangan	48
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	50
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	52

A. Kajian Teori.....	52
1. Perangkat Pembelajaran.....	52
2. Petunjuk Praktikum Biologi Berbasis Digital (Website)	57
a. Petunjuk Praktikum	60
b. Pembelajaran Berbasis Digital (Website)	67
3. Keterampilan Proses Sains Dasar	70
4. Materi Pembelajaran Kelas XI SMA Semester Gasal..	77
a. Capaian Pembelajaran (CP)	77
b. Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)	78
c. Struktur Sel dan Fungsinya	78
d. Mekanisme Transport Membran.....	78
e. Struktur Jaringan Pada Tumbuhan dan Hewan	79
f. Golongan Darah ABO dan Rhesus	79
B. Kajian Penelitian Yang Relevan	79
C. Kerangka Berpikir	83
BAB III METODE PENELITIAN.....	87
A. Model Pengembangan	87
B. Prosedur Pengembangan	88
C. Desain Uji Coba Produk.....	96
1. Desain Uji Coba	96
2. Subjek Coba.....	97
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	97
4. Teknik Analisis Data	103
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	106
A. Hasil Pengembangan Produk Awal	106

B. Hasil Uji Coba Produk.....	113
C. Revisi Produk.....	125
D. Pembahasan.....	144
1. Deskripsi Produk.....	144
2. Prosedur Penggunaan	177
3. Kelebihan Produk.....	178
4. Kekurangan Produk.....	179
E. Keterbatasan Penelitian.....	180
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	181
A. Simpulan.....	181
B. Saran Pemanfaatan Produk.....	183
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut.	184
DAFTAR PUSTAKA.....	185
RIWAYAT HIDUP	269

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Indikator Keterampilan Proses Sains	73
Tabel 3.1	Prosedur Pengembangan 4D	93
Tabel 4.1	Hasil Validasi Ahli Materi	114
Tabel 4.2	Hasil Validasi Ahli Media	115
Tabel 4.3	Hasil Validasi Ahli KPS	117
Tabel 4.4	Hasil Respon Guru Biologi	119
Tabel 4.5	Hasil Uji Skala Kecil (Angket Respon Siswa)	121
Tabel 4.6	Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli dan Uji Skala Kecil	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Bagan Aliran Kerangka Berpikir	86
Gambar 4.1	<i>Flowchart</i> Website	107
Gambar 4.2	Tabel Perbedaan Sel Hewan dan Tumbuhan (Sebelum Revisi)	127
Gambar 4.3	Tabel Perbedaan Sel Hewan dan Tumbuhan (Sesudah Revisi)	128
Gambar 4.4	Teori Jaringan Tumbuhan (Sebelum Revisi)	129
Gambar 4.5	Teori Jaringan Tumbuhan (Sesudah Revisi)	130
Gambar 4.6	Tabel Antigen dan Antibodi (Sebelum Revisi)	131
Gambar 4.7	Tabel Antigen dan Antibodi (Sesudah Revisi)	132
Gambar 4.8	Gambar Jaringan Tumbuhan (Sebelum Revisi)	134
Gambar 4.9	Gambar Jaringan Tumbuhan (Sesudah Revisi)	135
Gambar 4.10	Soal Aspek Mengamati (Struktur Dan Fungsi Sel) (Sebelum Revisi)	137
Gambar 4.11	Soal Aspek Mengamati (Struktur Dan Fungsi Sel) (Sesudah Revisi)	137

Gambar 4.12	Soal Aspek Berkomunikasi (Semua Materi) (Sebelum Revisi)	138
Gambar 4.13	Soal Aspek Berkomunikasi (Semua Materi) (Sesudah Revisi)	138
Gambar 4.14	Soal Aspek pengukuran (Mekanisme Transpor Membran) (Sebelum Revisi)	139
Gambar 4.15	Soal Aspek pengukuran (Mekanisme Transpor Membran) (Sesudah Revisi)	139
Gambar 4.16	Soal Aspek Pengukuran (Golongan Darah) (Sebelum Revisi)	140
Gambar 4.17	Soal Aspek Pengukuran (Golongan Darah) (Sesudah Revisi)	140
Gambar 4.18	Keterangan Konsentrasi Larutan (Sebelum Revisi)	142
Gambar 4.19	Keterangan Konsentrasi Larutan (Sesudah Revisi)	143
Gambar 4.20	Desain Halaman <i>Home</i> (Tampilan Utama)	153
Gambar 4.21	Desain Halaman Menu Materi Praktikum	153
Gambar 4.22	Desain Halaman Prosedur Kerja dann K3 Laboratorium	154

Gambar 4.23	Desain Halaman Pengenalan Materi Praktikum 1	154
Gambar 4.24	Desain Halaman Menu Praktikum 1	155
Gambar 4.25	Desain Halaman Tujuan Praktikum 1	155
Gambar 4.26	Desain Halaman Dasar Teori Praktikum 1	156
Gambar 4.27	Desain Halaman Alat & Bahan Praktikum 1	157
Gambar 4.28	Desain Halaman Prosedur Kerja Praktikum 1	157
Gambar 4.29	Desain Halaman Hasil Pengamatan Praktikum 1	158
Gambar 4.30	Desain Halaman Evaluasi Praktikum 1	158
Gambar 4.31	Desain Halaman Pengenalan Materi Praktikum 2	159
Gambar 4.32	Desain Halaman Menu Praktikum 2	159
Gambar 4.33	Desain Halaman Tujuan Praktikum 2	160
Gambar 4.34	Desain Halaman Dasar Teori Praktikum 2	161
Gambar 4.35	Desain Halaman Alat & Bahan Praktikum 2	162

Gambar 4.36	Desain Halaman Prosedur Kerja Praktikum 2	163
Gambar 4.37	Desain Halaman Hasil Pengamatan Praktikum 2	164
Gambar 4.38	Desain Halaman Evaluasi Praktikum 2	165
Gambar 4.39	Desain Halaman Pengenalan Materi Praktikum 3	165
Gambar 4.40	Desain Halaman Menu Praktikum 3	166
Gambar 4.41	Desain Halaman Tujuan Praktikum 3	166
Gambar 4.42	Desain Halaman Dasar Teori Praktikum 3	168
Gambar 4.43	Desain Halaman Alat & Bahan Praktikum 3	169
Gambar 4.44	Desain Halaman Prosedur Kerja Praktikum 3	169
Gambar 4.45	Desain Halaman Hasil Pengamatan Praktikum 3	170
Gambar 4.46	Desain Halaman Evaluasi Praktikum 3	170
Gambar 4.47	Desain Halaman Pengenalan Materi Praktikum 4	171
Gambar 4.48	Desain Halaman Menu Praktikum 4	171

Gambar 4.49	Desain Halaman Tujuan Praktikum 4	172
Gambar 4.50	Desain Halaman Dasar Teori Praktikum 4	173
Gambar 4.51	Desain Halaman Alat & Bahan Praktikum 4	174
Gambar 4.52	Desain Halaman Prosedur Kerja Praktikum 4	174
Gambar 4.53	Desain Halaman Hasil Pengamatan Praktikum 4	175
Gambar 4.54	Desain Halaman Evaluasi Praktikum 4	176
Gambar 4.55	Desain Halaman Profil Pengembang Produk	177

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Instrumen Wawancara	196
Lampiran 2	Dokumentasi Hasil Observasi	202
Lampiran 3	Hasil Pra Riset (Angket Keterampilan Proses Sains)	203
Lampiran 4	Hasil Angket Analisis Kebutuhan	206
Lampiran 5	Angket Tes Keterampilan Proses Sains (KPS)	209
Lampiran 6	Kisi-Kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Materi	223
Lampiran 7	Hasil Angket Validasi Ahli Materi	227
Lampiran 8	Kisi-Kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Media	231
Lampiran 9	Hasil Angket Validasi Ahli Media	235
Lampiran 10	Kisi-Kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Keterampilan Proses Sains	239
Lampiran 11	Hasil Validasi Angket Ahli Keterampilan Proses Sains	242
Lampiran 12	Kisi-Kisi Instrumen Angket Validasi Guru Biologi	250
Lampiran 13	Hasil Validasi Angket Guru Biologi	253

Lampiran 14	Kisi-Kisi Instrumen Angket Respon Siswa	256
Lampiran 15	Sampel Hasil Angket Respon Siswa (Uji Skala Kecil)	259
Lampiran 16	Data Keseluruhan Hasil Angket Respon Siswa	262
Lampiran 17	Surat Penunjukan Dosen Pembimbing	264
Lampiran 18	Surat Penunjukan Ahli Materi, Media, dan Keterampilan Proses Sains	265
Lampiran 19	Surat Izin Penelitian	266
Lampiran 20	Surat Keterangan Riset	267
Lampiran 21	Dokumentasi Riset	268

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada abad 21, seorang guru dihadapkan dengan tuntutan untuk bisa lebih dari sekadar menyampaikan pembelajaran di lingkup kelas, seperti menuntun siswa untuk mengembangkan keterampilan-keterampilan yang ada pada dirinya. Hal tersebut dikarenakan ilmu biologi tidak cukup jika hanya belajar untuk menghafalkan konsep-konsep yang ada, namun lebih ditekankan pada pemahaman melalui berbagai percobaan yang bisa membuat siswa menemukan konsep-konsep. Salah satu keterampilan yang bisa dikembangkan untuk membekali siswa di abad 21 ini yaitu keterampilan proses sains (Nuraini, 2016)

Keterampilan proses sains merupakan semua keterampilan yang diperlukan untuk memperoleh, mengembangkan, dan mengaplikasikan konsep-konsep, prinsip-prinsip, hukum-hukum serta teori-teori IPA, mulai dari keterampilan intelektual, keterampilan fisik, bahkan keterampilan sosial. Kemampuan siswa dalam memahami serta melakukan keterampilan

proses sains bisa diidentifikasi dengan mengecek pemahaman siswa serta memberikan respon atau umpan balik (Trianto, 2014). Keterampilan proses sains siswa dapat dilatih dan dibentuk melalui kegiatan langsung seperti praktikum. Guru dapat merangsang proses pembelajaran siswa dalam kegiatan praktikum dengan kinerja ilmiah (Duda et al., 2019).

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia memperkenalkan kepada khalayak umum tentang adanya perubahan kurikulum pada tahun 2019 dari Kurikulum 2013 menjadi Kurikulum Merdeka Belajar, perubahan ini digunakan sebagai penyempurnaan Kurikulum 2013. Pada kurikulum 2013, penguasaan keterampilan proses sains siswa dijelaskan pada keterampilan dasar IPA dari kompetensi inti yang ke-4, yaitu kompetensi keterampilan. Begitu juga dalam Kurikulum Merdeka Belajar yang menuntut siswa untuk mempunyai kemandirian. Kemandirian yang dimaksud yaitu masing-masing siswa diberikan kebebasan untuk mengakses ilmu yang didapatkan dari pendidikan formal maupun non-formal.

Pada Kurikulum Merdeka Belajar, siswa diberikan kesempatan untuk bisa mengembangkan potensi yang terdapat pada dirinya. Kurikulum Merdeka Belajar lebih difokuskan pada pembentukan karakter siswa yang sejalan dengan profil pelajar pancasila. Pemerintah merancang proyek supaya siswa tidak hanya memahami pengetahuan hanya dengan membaca, akan tetapi mengalaminya sendiri untuk mendukung tercapainya profil pelajar pancasila (Daga, 2021).

Berdasarkan (Permendikbud, 2016) menjelaskan terkait Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, salah satu standar yang harus dikembangkan yaitu standar proses. Standar Proses yaitu kriteria minimal suatu proses pembelajaran berdasarkan jalur, tingkatan, dan tipe pendidikan untuk mencapai standar kompetensi lulusan (Permendikbud, 2016). Standar Proses digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan suatu proses pembelajaran yang lebih efektif dan efisien guna mengembangkan potensi, prakarsa, *skill*, serta kemandirian siswa secara optimal (Permendikbud, 2016). Berdasarkan landasan tersebut sangat penting bagi pendidikan

mengalami perkembangan dan perbaikan demi mencapai kualitas yang memiliki relevansi, serta daya saing pada setiap anak bangsa. Oleh karenanya, kompetensi proses menjadi salah satu kriteria yang mutlak harus dikuasai oleh masing-masing siswa.

Keterampilan proses sains dalam proses pembelajaran biologi mempunyai peran penting guna meningkatkan pemahaman sains dalam pembelajaran biologi. Pembelajaran biologi didefinisikan sebagai pembelajaran yang tidak bisa dipisahkan dari kegiatan praktikum. Pembelajaran biologi termasuk dalam kegiatan yang melatih siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang dimilikinya, kemampuan untuk melakukan analisis, sintesis dan evaluasi terhadap berbagai persoalan biologi dari hasil praktikum yang didapatkan (Rahmi & Rezeki, 2018). Implementasi teori yang didapatkan oleh siswa dalam kelas dapat dilakukan di laboratorium yang dikemas dalam bentuk kegiatan praktikum (Mirawati & Royani, 2019).

Kegiatan praktikum membutuhkan suatu panduan berupa petunjuk praktikum yang bisa

digunakan untuk menuntun siswa ketika melaksanakan kegiatan praktikum. Petunjuk praktikum ialah pedoman dalam melakukan kegiatan pembelajaran berupa praktik di dalam laboratorium maupun di lingkungan atau alam sekitar sebagai sumber belajar. Petunjuk praktikum ini disusun dengan tujuan agar praktikum dapat terlaksana secara efektif dan efisien sesuai dengan hasil yang diinginkan (Weldan et al., 2018). Praktikum memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori yang dipelajari, serta menemukan teori. Dari kegiatan-kegiatan tersebut pemahaman siswa terkait suatu pelajaran akan bertambah. Banyak konsep dan prinsip belajar IPA yang bisa terbentuk melalui proses generalisasi dari fakta yang diamati selama kegiatan praktikum (Suryaningsih, 2017).

Pengembangan petunjuk praktikum idealnya disesuaikan dengan tuntutan tingkat kemandirian belajar pengguna, tingkatan berpikir, dan kemampuan yang akan dikembangkan melalui penggunaan petunjuk praktikum tersebut. Kegiatan yang dilakukan di laboratorium ditujukan untuk mengembangkan keterampilan proses sains

siswa. Pada ranah psikomotorik, pelaksanaan praktikum bermanfaat untuk mengasah keterampilan siswa dalam menggunakan alat dan bahan (Mirawati & Royani, 2019).

Tidak dapat dipungkiri bahwa kegiatan di laboratorium sangat erat kaitannya dengan alat-alat gelas, instrumen khusus dan bahan-bahan kimia. Oleh karena itu, perlu adanya K3 (Kesehatan Keselamatan Kerja) laboratorium. Keselamatan dan keamanan kerja di laboratorium sangat penting dan butuh perhatian khusus karena sangat erat kaitannya dengan kinerja praktikan. Semakin mencukupi tersedianya fasilitas keselamatan dan keamanan kerja maka akan semakin sedikit pula risiko terjadinya kecelakaan kerja. Pedoman K3 Laboratorium menjelaskan mengenai beberapa prosedur K3, prosedur jika terjadi kecelakaan kerja, pelaksanaan P3K, penanggulangan bencana dan beberapa hal lain yang berlaku ketika berada di laboratorium (Rahmantiyoko, et al, 2019).

Pelaksanaan praktikum di sekolah masih belum berjalan dengan baik (Atnur et al., 2015). Kendala dalam kegiatan praktikum biologi di semester ganjil kelas XI di SMAN Kabupaten Karo

diantaranya adalah terkait alokasi waktu yang tergolong kurang baik 46%, peralatan laboratorium 63% dan perlengkapan laboratorium 56% yang kurang baik (Hasrudin & Rezeqi, 2012). Keterlaksanaan praktikum biologi di SMA Negeri Kota Jambi tergolong ke dalam kriteria baik dengan persentase sebesar 65,38%, tetapi masih ditemukan hambatan yang dialami oleh guru dalam kegiatan praktikum. Kendala yang dihadapi oleh guru yaitu keberadaan laboratorium yang tidak digunakan sebagai tempat praktikum biologi, melainkan sebagai ruang kelas untuk pembelajaran (Hamidah et al., 2014). Permasalahan dalam kegiatan praktikum biologi di SMAN 16 Medan diantaranya yaitu waktu yang disediakan untuk kegiatan praktikum tidak mencukupi, tidak tersedianya petunjuk praktikum, tidak ada laboran dan bahan di laboratorium yang tidak memadai. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti menyatakan bahwa dibutuhkan petunjuk praktikum untuk mencapai pembelajaran yang bisa meningkatkan kemampuan kinerja yang lebih baik dari sebelumnya (Siburian et al., 2017).

Upaya yang bisa dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran ialah dengan mengembangkan sistem pembelajaran yang sudah berorientasi pada siswa (*student centered*) dan memfasilitasi kebutuhan siswa mulai dari sarana hingga prasarana, meningkatkan keaktifan dan kreativitas siswa, mampu berinovasi, lebih efektif, menyenangkan, serta mampu mengembangkan pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi, salah satunya melalui media pembelajaran. Pada kenyataannya, masih minim guru yang menggunakan bahan ajar digital untuk mendukung proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil pra riset (April, 2023) yang telah dilakukan oleh peneliti dengan salah satu guru biologi di MA Matholi`ul Anwar Lamongan yang menyatakan bahwa guru belum pernah memanfaatkan petunjuk praktikum online atau digital yang bermuatan keterampilan proses sains dasar pada pembelajaran biologi. Guru hanya menggunakan buku teks pelajaran biologi dan jarang memanfaatkan LCD proyektor untuk menampilkan *slide power point* dan juga video dalam pembelajaran biologi. Guru hanya akan

membuat petunjuk praktikum jika waktu pembelajaran mencukupi dan materi yang diajarkan harus disertai dengan pelaksanaan praktikum karena tidak semua materi harus disertai dengan praktik. Biasanya guru akan mencari sendiri percobaan praktikum yang ada di buku pelajaran IPA atau mencari dari sumber internet. Berdasarkan hasil pra riset yang dilakukan oleh peneliti dengan salah satu guru biologi di MA Matholi'ul Anwar Lamongan yang menyatakan bahwa sarana dan prasarana seperti jaringan internet atau Wi-Fi di di MA Matholi'ul Anwar Lamongan sudah memadai tetapi belum dimanfaatkan secara maksimal oleh guru maupun siswa dalam pelaksanaan proses pembelajaran.

Era globalisasi membuat tantangan persaingan di berbagai bidang kehidupan semakin ketat termasuk dalam dunia pendidikan. Sebagai seorang pendidik sudah pasti dihadapkan dengan berbagai persoalan pembelajaran, baik di dalam kelas, di luar kelas bahkan di luar sekolah. Persoalan yang sering terjadi pada dunia pendidikan di Indonesia yaitu lemahnya proses pembelajaran yang dilakukan di dalam kelas dan

proses pembelajaran yang ada hanya terfokus pada teori saja. Padahal dalam teori tersebut terdapat kekurangan materi terkait penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Pada proses pembelajaran, kehadiran seorang guru memiliki peran penting dalam mengembangkan potensi yang dimiliki oleh siswa, namun teknologi pendidikan juga punya peran penting dalam proses pembelajaran mulai dari tingkat bawah sampai tingkat paling atas (Maritsa et al., 2021).

Teknologi dikatakan sebagai pusat sumber daya yang bagus sebagai sarana penunjang dalam proses pembelajaran. Teknologi pendidikan memiliki tiga prinsip dasar yang memandu pengembangan dan penggunaannya, yaitu pendekatan sistem, *student centered*, dan penggunaan sumber belajar. Kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan di dunia nyata dan dunia kerja yang semakin digital. Pengembangan petunjuk praktikum biologi digital akan membantu siswa dalam mengembangkan literasi digital, yaitu kemampuan untuk menemukan, menilai, menggunakan, dan berkomunikasi dengan

informasi secara efektif dalam lingkungan digital. Penelitian ini memiliki unsur inovatif karena melibatkan pengembangan materi praktikum yang memanfaatkan teknologi digital yang dapat memperkaya literatur pendidikan dan memberikan kontribusi pada metode pembelajaran yang lebih efektif dan lebih efisien (Nurillahwaty, 2021).

Pembelajaran biologi yang perlu dikembangkan saat ini yaitu pembelajaran yang bisa menciptakan suasana menyenangkan dalam proses pembelajaran dan bisa meningkatkan kualitas belajar siswa. Untuk mencapai hal tersebut diperlukan pengembangan bahan ajar yang dapat memenuhi fasilitas pendukung dalam pembelajaran, misalnya dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi yang tersedia. Hal itu dibuktikan berdasarkan angket analisis kebutuhan siswa yaitu sebesar 86,7% siswa merasa sudah bisa menyimpulkan hasil yang diperoleh sesuai dengan petunjuk praktikum yang ada, namun sesuai hasil analisis keterampilan proses sains dasar, masih banyak siswa yang kurang bisa menyimpulkan terkait hasil praktikum

yang sudah didapatkan, 96,7% menyatakan bahwa mereka mempunyai gadget, 83,3% menyatakan bahwa sering menggunakan gadget untuk berselancar di media sosial dan 83,3% menyatakan bahwa menyukai pembelajaran melalui gadget (Lampiran 4). Solusi alternatif yang ditawarkan untuk permasalahan tersebut diantaranya yaitu dengan memanfaatkan teknologi seperti gadget atau komputer. Gadget atau komputer yang canggih hanya menjadi alat biasa jika tidak dimanfaatkan dalam proses pembelajaran.

Tingkat kemampuan sains siswa di Indonesia tergolong sangat rendah. Hal ini dibuktikan dengan data dari *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2012, Siswa Indonesia menduduki peringkat 64 dari 65 negara peserta ditinjau dari tiga mata pelajaran yaitu membaca, matematika, dan sains (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2019). Hasil PISA 2015 menunjukkan bahwa pemahaman sains yaitu sebesar 403. Kemampuan sains mengalami penurunan menjadi 396 (Yusmar & Fadilah, 2023). Pada PISA 2018 proporsinya mengalami penurunan menjadi 66% di bidang

sains, 76% di bidang matematika, dan 75% di bidang membaca.

Hasil pra riset yang sudah dilakukan di MA Matholi'ul Anwar Lamongan (September, 2023) mendapatkan hasil yaitu keterampilan proses sains siswa selama kegiatan praktikum masih tergolong rendah yang dibuktikan dengan hasil angket keterampilan proses sains yang disebarkan pada 5 kelas IPA dengan jumlah total yaitu sebanyak 130 siswa, siswa dengan kategori keterampilan proses sains tinggi sebanyak 3 siswa dengan persentase yaitu 2,3%, siswa dengan kategori keterampilan proses sains sedang sebanyak 32 siswa dengan persentase yaitu 24,61%, siswa dengan kategori keterampilan proses sains rendah sebanyak 95 siswa dengan persentase yaitu 73% (Lampiran 3). Hal ini bisa dikarenakan belum tersedianya petunjuk praktikum di sekolah yang mencakup seluruh Capaian Pembelajaran (CP) sesuai dengan Kurikulum Merdeka saat ini. Selain itu, kegiatan pembelajaran masih didominasi oleh guru, sementara siswa kurang aktif untuk terlibat dalam proses penemuan konsep. Hal ini bisa dilihat dari

pembelajaran di sekolah yang cenderung berpusat pada guru (*teacher-centered learning*) baik dalam penjelasan teori maupun dalam kegiatan praktikum.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Putri & Muhartati (2019) menyatakan bahwa keterampilan proses sains tergolong masih sangat kurang yaitu dengan nilai 43. Hal ini kemungkinan disebabkan karena masih minimnya pembelajaran yang dapat mengembangkan keterampilan proses sains. Hal tersebut semakin diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Istiqomah (2020) yang menyatakan bahwa keterampilan proses sains yang dimiliki oleh siswa SMA kelas XI di SMA Yadika Bandar Lampung masih tergolong rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Febrianti (2017) menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan pada modul berbasis *web* yang bisa meningkatkan hasil belajar mahasiswa sehingga mahasiswa memiliki sikap yang positif terhadap pembelajaran dengan menggunakan modul berbasis *web*. Selain itu, diperkuat lagi dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hidayah (2021) yang menyatakan

bahwa secara keseluruhan produk petunjuk praktikum biologi kelas X MIPA yang dikembangkan bisa membantu siswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum mandiri di rumah. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sumber belajar yang bisa menunjang keberlangsungan proses belajar siswa dengan tujuan untuk mengasah keterampilan proses sains dasar yang tertuang pada sumber belajar elektronik berupa petunjuk praktikum digital. Sejauh ini belum pernah dilakukan penelitian mengenai pengembangan sumber belajar berupa petunjuk praktikum digital untuk mengasah keterampilan proses sains dasar. Oleh karena itu, melihat dari beberapa kajian penelitian yang relevan, adanya penelitian pengembangan ini diharapkan mampu membantu menjawab persoalan-persoalan dalam pendidikan abad 21 dan mendukung proses pembelajaran.

Penelitian ini akan membantu untuk mengasah keterampilan proses sains dasar, seperti mengamati, membandingkan, mengklasifikasikan, mengukur, berkomunikasi, dan menyimpulkan. Dengan pengembangan petunjuk praktikum yang

tepat, siswa dapat lebih terlatih dalam mengembangkan keterampilan ini, yang akan membantu mereka dalam pemahaman konsep yang lebih baik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dikembangkan sebuah petunjuk praktikum digital bermuatan keterampilan proses sains dasar. Laptop, komputer bahkan gadget dapat digunakan untuk mengakses petunjuk praktikum digital ini. Petunjuk praktikum digital yang dikembangkan berbeda dengan petunjuk praktikum digital yang telah dikembangkan sebelumnya. Pembaharuan petunjuk praktikum digital ini terletak pada muatan keterampilan proses sains dasar dan materi kelas kelas XI semester gasal. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dengan judul **“Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa”**.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Hasil analisis penelitian pendahuluan membuktikan bahwa tingkat keterampilan proses sains dasar masih tergolong rendah.
2. Petunjuk praktikum biologi belum tersedia.
3. Pemilihan proses pembelajaran yang masih konvensional dan cenderung monoton menjadi salah satu penyebab siswa kesulitan dalam mencapai tujuan pembelajaran dengan hasil yang didapatkan kurang memuaskan.
4. Belum pernah diterapkan pembelajaran berbasis website di sekolah.
5. Belum maksimalnya pemanfaatan fasilitas sekolah berupa Wi-Fi (internet) untuk menunjang kegiatan pembelajaran.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah ditentukan, maka peneliti membatasi permasalahan agar penelitian ini dapat lebih fokus dan terarah.

1. Petunjuk praktikum biologi digital yang dikembangkan merupakan penyajian dalam bentuk website.
2. Penelitian ini sampai pada tahapan ketiga dari empat tahapan 4D dalam penelitian RnD yaitu

sampai pada tahapan *Develop* (Pengembangan) saja.

3. Lingkup informasi mengenai tingkat kemampuan keterampilan proses sains dasar dan sumber belajar petunjuk praktikum biologi digital.
4. Subjek yang digunakan sebagai responden adalah siswa kelas XI MIPA MA Matholi`ul Anwar Lamongan.
5. Materi pokok untuk membuat petunjuk praktikum biologi digital diambil dari materi kelas XI SMA semester gasal.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Bagaimana desain Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa?
2. Bagaimanakah kelayakan dari produk Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa?

E. Tujuan Pengembangan

Penelitian pengembangan ini memiliki tujuan yaitu:

1. Menjelaskan desain produk petunjuk praktikum biologi digital SMA kelas XI semester gasal untuk mengasah keterampilan proses sains dasar siswa.
2. Menganalisis kelayakan produk petunjuk praktikum biologi digital SMA kelas XI semester gasal untuk mengasah keterampilan proses sains dasar siswa.

F. Manfaat Pengembangan

1. Manfaat teoritis:
 - a. Memberikan sumbangsih pemikiran bagi pembaharuan media pembelajaran yang inovatif, menarik dan efisien.
 - b. Memberikan sumbangsih ilmiah dalam bentuk petunjuk praktikum biologi digital dengan materi kelas XI SMA semester gasal.
 - c. Sebagai pijakan dan referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan media pembelajaran petunjuk praktikum

2. Manfaat praktis:

a. Bagi Siswa

- a) Membantu siswa dalam memahami materi.
- b) Meningkatkan pemahaman dan memperoleh pengalaman mengenai keterampilan proses sains dasar pada saat melakukan kegiatan praktikum.
- c) Mendapatkan pengalaman baru dalam pembelajaran biologi setelah diterapkannya petunjuk praktikum digital terhadap keterampilan proses sains dasar siswa.

b. Bagi Guru

- a) Mempermudah guru dalam memahami materi.
- b) Meningkatkan kualitas pembelajaran.
- c) Meningkatkan kreativitas guru dalam memanfaatkan bahan-bahan yang ada di sekitar rumah untuk melaksanakan kegiatan praktikum.
- d) Sebagai referensi atau acuan untuk dapat mengetahui keterampilan

proses sains dasar dengan menggunakan lembar observasi yang telah dibuat.

- e) Melakukan praktikum dengan mudah tanpa harus khawatir risiko terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan selama praktikum berlangsung dan agar siswa tidak merasa bosan lagi selama proses pembelajaran sehingga dapat mengasah keterampilan proses sains dasar yang dimiliki siswa.
- c. Bagi Sekolah
- a) Menambah koleksi perangkat pembelajaran petunjuk praktikum biologi digital dengan materi kelas XI SMA semester gasal yang bermanfaat untuk digunakan sebagai penunjang proses pembelajaran.
 - b) Meningkatkan kualitas sekolah karena meningkatnya motivasi dan prestasi belajar siswa.
 - c) Mengembangkan model pembelajaran di sekolah agar kualitas pembelajaran semakin

meningkat dengan menggunakan alternatif praktikum yang tepat.

d. Bagi Dunia Pendidikan

- a) Dapat memberikan masukan dalam memanfaatkan pengembangan petunjuk praktikum biologi digital dengan materi kelas XI SMA semester gasal untuk mengasah kemampuan proses sains dasar siswa.
- b) Memberikan inovasi baru dalam menyampaikan materi pembelajaran.

G. Asumsi Pengembangan

Asumsi pengembangan petunjuk praktikum digital biologi dengan materi kelas XI SMA semester gasal pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengembangan petunjuk praktikum biologi digital dengan materi kelas XI SMA semester gasal sebagai sumber belajar didasarkan pada sumber dan kajian literatur yang relevan sesuai dengan topik yang dikaji sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam pembelajaran biologi kelas XI SMA/MA.

2. Penelitian pengembangan sumber belajar petunjuk praktikum digital dengan model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan et.al. pada tahun 1974.
3. Kualitas petunjuk praktikum digital akan dinilai berdasarkan kritik dan saran validator sebagai berikut:
 1. Validator ahli materi yaitu dosen biologi materi kelas XI SMA semester gasal (Struktur Sel dan Fungsinya, Mekanisme Transport Membran, Struktur Jaringan Pada Tumbuhan dan Hewan, serta Golongan Darah ABO dan Rhesus).
 2. Validator ahli media yaitu dosen ahli dalam media pembelajaran biologi.
 3. Validator ahli KPS yaitu dosen biologi yang ahli dalam bidang KPS yang dapat menilai kemampuan siswa dalam menggunakan keterampilan ilmiah.
 4. Guru mata pelajaran biologi kelas XI SMA/MA meliputi kelengkapan isi, tampilan, bahasa, dan daya tarik.
 5. Siswa kelas XI MIPA di jenjang SMA/MA yang dipilih secara acak.

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk sumber belajar berupa petunjuk praktikum biologi digital dengan materi kelas XI SMA semester gasal dijelaskan sebagai berikut:

1. Sumber belajar dikembangkan dalam bentuk petunjuk praktikum biologi digital.
2. Petunjuk praktikum biologi digital dibuat menyerupai situs website menggunakan Canva yang bisa diakses siapapun, dimanapun dan kapanpun.
3. Komponen dalam petunjuk praktikum biologi digital menyediakan materi kelas XI semester gasal yang dilengkapi dengan judul praktikum, tujuan praktikum, dasar teori, alat dan bahan, cara kerja, gambar, video pembelajaran, serta latihan soal yang mencakup keterampilan proses sains dasar.
4. Komponen dalam sumber belajar berdasarkan pada Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) materi kelas XI semester gasal.

5. Komponen dalam sumber belajar yang dikembangkan mengandung indikator keterampilan proses sains dasar.
6. Materi dalam petunjuk praktikum biologi digital berdasarkan informasi valid dari buku, jurnal atau artikel.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Perangkat Pembelajaran

Belajar merupakan suatu kegiatan yang dilakukan dengan maksud untuk mendapatkan pengetahuan, menguasai kompetensi tertentu serta membentuk sikap siswa. Keberhasilan belajar bisa ditinjau dari perubahan tingkah laku dan hasil belajar siswa. Kegiatan belajar ini akan berjalan lancar jika siswa mempunyai motivasi untuk belajar. Motivasi bisa didefinisikan sebagai daya penggerak yang muncul pada diri siswa yang mengarah pada kegiatan belajar, menjamin kelangsungan proses pembelajaran, dan memberikan arahan dalam proses pembelajaran sehingga bisa mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan (Febrianti, 2017).

Seseorang yang telah belajar mempunyai keterampilan, pengetahuan, sikap, serta nilai. Beberapa pengertian belajar yang telah diuraikan mempunyai pengertian yang berbeda-beda. Tetapi pada

dasarnya belajar merupakan proses perubahan yang terjadi pada diri seseorang dari yang awalnya tidak tahu menjadi tahu dan akan menambah pemahaman dan wawasan seseorang baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Allah SWT berfirman dalam QS. Ar-Ra'd ayat 11 yaitu sebagai berikut:

...إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّى يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

Artinya:Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.... (QS. Ar-Ra'd: 11). (Kementerian Agama, 2019).

Dalam kitab Anwarut Tanzil wa Asrarut Ta'wil, Imam Baidhawi juga menyatakan:

أَنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ مِنَ الْعَافِيَةِ وَالنِّعْمَةِ حَتَّى
يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ مِنَ الْأَحْوَالِ الْجَمِيلَةِ بِالْأَحْوَالِ
الْقَبِيحَةِ

Artinya: "Sesungguhnya Allah tidak mengganti sesuatu yang ada pada kamu dari kesehatan dan kenikmatan sampai mereka mengubah dengan individu mereka dari keadaan yang baik dengan keadaan yang buruk (Al-Baidhowi, 2000).

Ayat tersebut dijadikan motivasi kepada orang-orang agar berbuat yang terbaik dan berjuang semaksimal mungkin. Hanya saja perlu dicatat bahwa perjuangan dalam konteks ayat tersebut bukan mengubah yang buruk menjadi baik, namun merawat agar anugerah yang baik-baik dari Allah tidak berubah menjadi buruk karena tingkah laku kita. Pendidikan dan perubahan sosial mempunyai keterkaitan antara satu dengan yang lain. Keduanya saling mempengaruhi, sehingga berdampak luas di masyarakat (Al-Baidhowi, 2000).

Pendidikan merupakan lembaga yang dapat dijadikan sebagai agen perubahan sosial sekaligus sebagai penentu arah perubahan sosial. Sedangkan perubahan sosial yang terjadi dalam masyarakat dapat direncanakan dengan arah perubahan yang ingin dicapai. Namun perubahan sosial juga dapat terjadi setiap saat tanpa perlu direncanakan dikarenakan pengaruh budaya dari luar. Pendidikan sejak dulu sampai saat ini merupakan hal terpenting dalam hidup manusia. Pendidikan memberikan kemajuan

pemikiran umat manusia, sehingga taraf hidup mereka semakin meningkat (Al-Baidhowi, 2000).

Guru dapat meningkatkan motivasi belajar siswa melalui pengembangan strategi pembelajaran sebagai motivasi eksternal bagi siswa untuk belajar. Proses pembelajaran tentu erat kaitannya dengan adanya perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran ialah persiapan yang disusun oleh guru dengan tujuan agar pelaksanaan dan evaluasi pembelajaran dapat dilakukan secara sistematis dan memperoleh hasil sesuai yang diinginkan (Aufa et al., 2021).

Perangkat pembelajaran menurut KBBI yaitu alat perlengkapan yang dipakai dalam proses atau cara yang dapat menjadikan seseorang untuk belajar. Perangkat pembelajaran merupakan hal-hal yang dipersiapkan oleh guru dalam melaksanakan proses pembelajaran. Perangkat pembelajaran dapat meliputi: Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kegiatan Siswa (LKS), serta alat peraga. Dalam Peraturan Menteri Negara

No.11/PERMEN/M/2008 (2018) mengenai Standar Proses, perangkat pembelajaran pada Kurikulum 2013 difokuskan pada pendekatan *scientific* (ilmiah) dengan pembelajaran berbasis penemuan atau penyelidikan (*discovery* atau *inquiry learning*). Selain itu, perencanaan pembelajaran pada Kurikulum 2013 yang dirancang dalam bentuk RPP, LKS, serta alat peraga yang mengacu pada standar isi. Perangkat pembelajaran termasuk salah satu faktor yang mempunyai peranan penting dalam kegiatan belajar mengajar.

Perangkat pembelajaran adalah salah satu hal yang perlu dipersiapkan oleh guru sebelum melakukan proses pembelajaran. Perangkat pembelajaran dinyatakan valid untuk digunakan jika perangkat yang dikembangkan didasarkan pada rasional teoritik yang kuat dan terdapat konsistensi internal. Perangkat pembelajaran sangat mempengaruhi berhasil atau tidaknya suatu proses pembelajaran di kelas, karena memberikan kemudahan dan membantu

guru dalam mempersiapkan serta melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Oleh karena itu, perangkat pembelajaran sangat diperlukan oleh seorang guru dalam mengelola proses pembelajaran (Radeswandri, 2016).

Dalam penerapannya, perangkat pembelajaran tersusun dari berbagai komponen yang bergantung pada kebutuhan tiap guru. Adapun manfaat tersedianya pengembangan perangkat pembelajaran bagi siswa yaitu memberikan kesempatan siswa untuk belajar mengembangkan pengetahuannya sendiri tanpa sepenuhnya bergantung pada guru. Pembelajaran juga akan menjadi lebih menarik dan bermakna sehingga siswa mudah dalam mempelajari setiap kompetensi yang harus dikuasai.

2. Petunjuk Praktikum Biologi Berbasis Digital (Website)

Pembelajaran biologi dijadikan sebagai pembelajaran untuk mengenal proses kehidupan nyata di lingkungan sekitar yang bertujuan untuk mengenali diri sendiri

sebagai makhluk individu maupun makhluk sosial sehingga dengan belajar biologi diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup manusia beserta lingkungannya (Susilo, 2016).

Website yaitu kumpulan dari halaman-halaman situs yang terkumpul dalam sebuah domain atau subdomain, yang bertempat di dalam internet yaitu *World Wide Web* (WWW) (Harminingtyas, 2014). Pembelajaran berbasis website merupakan suatu pembelajaran yang bisa diakses melalui jaringan internet yang dikenal dengan sebutan *Web Based Training* (WBT) atau terkadang disebut *Web Based Education* (WBE) yang bisa didefinisikan sebagai aplikasi teknologi website dalam dunia pembelajaran untuk sebuah proses pendidikan (Andrea, 2013).

Berdasarkan pemaparan di atas, dapat disimpulkan bahwa petunjuk praktikum biologi berbasis digital (website) merupakan suatu bahan ajar yang mempelajari tentang makhluk hidup yang disusun secara sistematis dan menarik dengan bantuan

guru, serta dapat digunakan secara mandiri dan dapat diakses melalui koneksi dengan jaringan internet. Sebagai perangkat pembelajaran pada umumnya, pembelajaran berbasis digital (website) memiliki beberapa kelebihan, yakni (Hendra et al., 2023).

1. Memungkinkan setiap orang dimanapun dan kapanpun untuk mempelajari apapun.
2. Siswa dapat belajar sesuai dengan karakteristik dan langkah dirinya sendiri karena pembelajaran berbasis website membuat pembelajaran menjadi bersifat individual.
3. Kemampuan untuk membuat tautan (*link*) sehingga siswa dapat bebas mengakses informasi dari berbagai sumber, baik di dalam maupun luar lingkungan belajar.
4. Sangat potensial sebagai sumber belajar bagi siswa yang tidak memiliki cukup waktu untuk belajar.
5. Dapat mendorong siswa untuk lebih aktif dan mandiri dalam belajar.

6. Menyediakan sumber belajar tambahan yang dapat digunakan untuk memperkaya materi pembelajaran.

Selain memiliki kelebihan, pembelajaran berbasis digital (website) tentunya juga memiliki beberapa kekurangan, yakni (Hendra et al., 2023):

1. Keberhasilan pembelajaran berbasis website bergantung pada motivasi dan kemandirian dari masing-masing siswa.
2. Akses untuk mengikuti pembelajaran dengan menggunakan website seringkali menjadi masalah bagi siswa.
3. Siswa dapat merasa bosan dan jenuh jika mereka tidak bisa mengakses informasi, dikarenakan belum ada peralatan yang memadai dan *bandwidth* yang cukup.
4. Siswa terkadang merasa terisolasi, terutama jika terdapat keterbatasan dalam fasilitas komunikasi.

a. Petunjuk Praktikum

Pemerintah menerapkan tuntutan Kurikulum Merdeka yaitu dengan

menekankan pada pembelajaran yang diajarkan oleh guru dengan memprioritaskan pengalaman intelektual siswa agar diperoleh pembelajaran yang bermakna. Orientasi Kurikulum Merdeka adalah adanya peningkatan dan keseimbangan antara kompetensi sikap (*attitude*), kemampuan (*skill*) dan pengetahuan (*knowledge*). Salah satunya melalui kegiatan praktikum (Peraturan Pemerintah, 2022).

Praktikum termasuk bagian dari kegiatan pembelajaran yang bertujuan agar siswa mendapatkan kesempatan untuk menguji dan melaksanakannya pada keadaan nyata sesuai dengan apa yang diperoleh dari teori. Praktikum sangat erat kaitannya dengan adanya petunjuk praktikum yang merupakan pedoman pelaksanaan praktikum. Adapun komponen petunjuk praktikum meliputi tata cara persiapan, pelaksanaan, analisis data, dan pelaporan. Petunjuk praktikum

termasuk dalam sebuah bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa, serta dapat dipelajari secara mandiri tanpa membutuhkan fasilitator yang dapat digunakan sesuai dengan tingkat kecepatan belajar masing-masing siswa. Metode praktikum menitikberatkan pada kegiatan untuk melakukan pengamatan, percobaan, pengumpulan data yang dilakukan di ruang laboratorium atau tempat lain yang dianggap sama dengan ruang laboratorium, melakukan pembahasan dan pelaporan sehingga siswa mengalami dan membuktikan sendiri apa yang sudah mereka pelajari sebelumnya (Budiarti & Oka, 2017).

Isi petunjuk praktikum diorganisasikan sebagai berikut (Amri, 2013):

1. Pengantar Bagian

Berisikan uraian singkat yang menempatkan konsep-konsep

pelajaran IPA di tengah-tengah, mencakup kegiatan praktikum dan informasi khusus yang berkaitan dengan masalah yang akan dipecahkan melalui praktikum.

2. Tujuan

Memuat tujuan yang berkaitan dengan persoalan yang diungkapkan di bagian pengantar.

3. Alat dan Bahan

Bagian ini mencakup alat dan bahan yang diperlukan selama praktikum. Alat dan bahan yang digunakan disesuaikan dengan materi biologi kelas XI semester gasal yang diharuskan untuk melakukan praktik.

4. Prosedur Kerja

Berisikan langkah-langkah untuk melakukan kegiatan praktikum. Langkah-langkah pada kegiatan praktikum disesuaikan dengan materi yang akan dipelajari.

5. Data Hasil Pengamatan

Meliputi tabel-tabel data atau grafik kosong yang dapat diisi oleh siswa untuk membantu siswa dalam mengorganisasikan data yang sudah didapatkan setelah praktikum.

6. Analisis Bagian

Berupa pertanyaan atau isian yang jawabannya berupa perhitungan terhadap data yang sudah diperoleh.

7. Kesimpulan

Berisikan pertanyaan-pertanyaan yang jawabannya berupa kesimpulan (jawaban dari sebuah persoalan). Pertanyaan-pertanyaan tersebut diusahakan mempunyai keterkaitan antara hasil praktikum dengan konsep-konsep IPA, serta pengaplikasiannya.

8. Langkah Selanjutnya

Merupakan kegiatan perluasan, proyek atau telaah pustaka yang membantu siswa untuk belajar lebih lanjut mengenai materi pembelajaran yang dipelajari melalui

kegiatan praktikum, serta pengaplikasiannya dalam bidang-bidang yang lain.

Kerja praktik di laboratorium mempunyai peran ganda, yaitu sebagai pengalaman kerja nyata dan membiasakan siswa untuk terlatih dalam berpikir dengan cara-cara kritis dan ilmiah (Budiarti & Oka, 2017). Anak belajar menggunakan pola *inactive* melalui perbuatan (*learning by doing*) yang dapat mentransfer ilmu pengetahuan yang dimilikinya di berbagai situasi dan kondisi. Petunjuk praktikum ini bermanfaat untuk memandu siswa dalam melakukan kegiatan praktikum. Petunjuk praktikum dirancang agar siswa dapat bekerja dengan tindakan saintifik dalam melakukan aktivitas belajar, baik secara mandiri maupun dengan bantuan guru, dengan begitu siswa dapat meneliti dan berinteraksi selama proses kegiatan praktikum berlangsung (Sundari & Fauziati, 2021).

Petunjuk praktikum bagi siswa bermanfaat untuk (Susanti, 2018):

1. Memiliki kesempatan untuk melatih diri secara mandiri.
2. Belajar lebih menarik karena bisa dipelajari di luar kelas dan di luar jam pembelajaran.
3. Memiliki kesempatan untuk mengekspresikan belajar sesuai dengan kemampuan dan minatnya.
4. Memiliki kesempatan untuk menguji kemampuan individu dengan mengerjakan latihan yang disajikan dalam sebuah petunjuk praktikum.
5. Mampu membelajarkan diri sendiri.
6. Mengembangkan kemampuan siswa untuk berinteraksi langsung dengan lingkungan dan sumber belajar yang lain.

Petunjuk praktikum sudah semestinya memenuhi kaidah *user friendly* (bersahabat atau akrab) dengan penggunaanya. Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat

membantu dan bersahabat dengan penggunanya, termasuk pada kemudahan pengguna dalam merespon dan mengakses sesuai dengan kebutuhan dan keinginan mereka. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah untuk dipahami, serta menggunakan istilah umum atau biasa digunakan merupakan bentuk dari *user friendly*. Petunjuk praktikum ini dapat digunakan secara individu maupun berkelompok sehingga lebih banyak mendapatkan kesempatan untuk belajar mandiri, serta membantu dalam mengasah keterampilan proses sains (Weldan et al., 2018).

b. Pembelajaran Berbasis Digital (Website)

Perkembangan jaringan komunikasi saat ini telah mengalami lonjakan perubahan yang luar biasa pesat dengan berbagai macam bentuk dan karakteristik, salah satunya ialah media petunjuk praktikum digital.

Sesuai dengan namanya yang menunjukkan bahwa petunjuk praktikum ini berbasis digital dalam bentuk website. Pada dasarnya pembelajaran berbantuan teknologi merupakan pembelajaran yang mengaplikasikan metodologi yang dapat menciptakan nuansa belajar yang reformis, khususnya dalam pemberian bantuan sesuai dengan kondisi biologis dan psikologis masing-masing siswa. Upaya peningkatan kualitas pembelajaran bisa dilakukan dengan cara mengembangkan sistem pembelajaran yang sudah berorientasi atau melibatkan siswa (*student centered*) dan memfasilitasi kebutuhan siswa mulai dari sarana maupun prasarana, meningkatkan keaktifan dan kreativitas siswa, mampu berinovasi, lebih efektif dan menyenangkan, serta mengembangkan pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi (Hendra et al., 2023).

Media pembelajaran ini berperan penting dalam membantu siswa dalam memahami teori. Pada mata pelajaran biologi, terdapat beberapa materi yang mengharuskan siswa untuk melakukan kegiatan praktikum, sehingga pemahaman tentang teori dan konsep saja tidak cukup, tetapi membutuhkan *action* untuk bisa mengaplikasikan konsep dan teori sehingga mudah dipahami. Praktikum secara mandiri dapat terlaksana dengan memanfaatkan media pembelajaran berbasis digital yang dikembangkan oleh beberapa lembaga pendidikan yang ada (Hendra et al., 2023).

Pembelajaran berbasis digital (website) ini menawarkan kecepatan, ruang dan waktu yang tidak terbatas untuk mengakses berbagai macam informasi sehingga kegiatan belajar dapat dengan mudah dilakukan oleh siswa kapanpun dan dimanapun dengan syarat utamanya yaitu adanya sumber internet yang akan memberikan

informasi terkait pembelajaran (Hendra et al., 2023).

3. Keterampilan Proses Sains Dasar

Keterampilan Proses Sains (KPS) ialah kemampuan siswa untuk menerapkan metode ilmiah dalam memahami, mengembangkan serta menemukan ilmu pengetahuan. Keterampilan proses sains ini berperan penting bagi setiap siswa sebagai bekal untuk menggunakan metode ilmiah dalam mengembangkan sains, serta diharapkan mendapatkan pengetahuan baru atau mengembangkan pengetahuan yang sudah diperoleh. Keterampilan-keterampilan ini akan menjadi penggerak dalam proses penemuan dan pengembangan fakta, konsep, serta penumbuhan dan pengembangan sikap, wawasan, dan nilai dari masing-masing siswa (Salosso et al., 2018).

Keterampilan proses sains dibagi ke dalam tiga tingkatan, yaitu *basic*,

intermediate, dan *advance*. Keterampilan basic terdiri dari kegiatan *observing*, *comparing*, *classifying*, *measuring*, dan *communicating*. Keterampilan *intermediate* terdiri dari kegiatan *inferring* dan *predicting*. Sedangkan keterampilan *advance* terdiri dari kegiatan *hypothesizing* dan *defining and controlling variables* (Yildiz & Yildiz, 2021).

Keterampilan proses sains mempunyai beberapa manfaat penting yang harus dikembangkan pada diri siswa dalam belajar sains, meliputi ilmu pengetahuan yang ada pada diri siswa yang perlu dikembangkan dengan pendekatan keterampilan proses. Memberikan kesempatan bagi siswa untuk bekerja dengan ilmu pengetahuan dalam pembelajaran melalui keterampilan proses dan menggunakannya untuk produk ilmu pengetahuan dan belajar. Keterampilan proses sains yang dikembangkan pada

siswa memiliki berbagai kelebihan yaitu melibatkan siswa untuk aktif dalam pembelajaran dan mendapati seorang diri berproses agar memperoleh konsep-konsep pengetahuan. Melakukan pembelajaran dengan pendekatan KPS sama dengan memberikan peluang kepada siswa dalam melakukan kegiatan yang bernuansa sains (Aldi et al, 2022).

Keterampilan proses tentu melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif atau intelektual, manual, dan sosial. Keterampilan kognitif atau intelektual bisa tampak dikarenakan dengan melakukan keterampilan proses masing-masing siswa akan menggunakan pikirannya. Keterampilan manual jelas akan tampak dalam keterampilan proses karena terdapat kemungkinan siswa melibatkan penggunaan alat dan bahan, penyusunan atau perakitan alat. Keterampilan sosial ini dimaksudkan

bahwa siswa berinteraksi dengan sesamanya dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar dengan adanya keterampilan proses, seperti mendiskusikan hasil pengamatan yang sudah didapatkan. Evaluasi pelaksanaan pembelajaran juga dapat dilakukan dengan cara mempertimbangkan sudah sejauh mana tingkat keterampilan proses sains siswa, terutama untuk evaluasi pelaksanaan kegiatan praktikum (Tauhidah & Farikha, 2022).

Keterampilan proses sains terdiri atas sejumlah keterampilan tertentu. Klasifikasi keterampilan proses sains menurut Yildiz & Yildiz (2021) dan Kemendikbudristek (2022) dijabarkan dalam Tabel 2.1 di bawah ini:

Menurut Yildiz (2021)			Menurut Kemendikbudristek (2022)		
No.	Keterampilan Proses Sains	Indikator	No.	Keterampilan Proses	Indikator
1.	Mengamati	Keterbukaan terhadap pengalaman: Menjadi sensitif dan jeli.	1.	Mengamati	Mampu memilih alat bantu yang tepat untuk melakukan pengukuran dan pengamatan. Memperhatikan detail yang relevan dari obyek yang diamati.
2.	Perbandingan	Fleksibilitas: Membandingkan dari berbagai sudut atau sudut pandang.	2.	Mempertanyakan dan memprediksi	Merumuskan pertanyaan ilmiah dan hipotesis yang dapat diselidiki secara ilmiah.
3.	Mengklasifikasi-	Fleksibilitas dan elaborasi: Mempertimbangkan berbagai cara untuk mengelompokkan berbagai hal dan memberikan detail tentang atribut kategori.	3.	Merencanakan dan melakukan penyelidikan	Peserta didik merencanakan dan memilih metode yang sesuai berdasarkan referensi untuk mengumpulkan data yang dapat dipercaya, mempertimbangkan resiko serta isu-isu etik dalam penggunaan metode tersebut. Peserta didik memilih dan menggunakan alat dan bahan, termasuk penggunaan teknologi digital yang sesuai untuk mengumpulkan serta mencatat data secara sistematis dan akurat
4.	Pengukuran	Pemikiran kreatif biasanya tidak diperlukan.	4.	Memproses, menganalisis data dan informasi	Menafsirkan informasi yang didapatkan dengan jujur dan bertanggung jawab. Menggunakan berbagai metode untuk menganalisa pola dan kecenderungan pada data. Mendeskripsikan hubungan antar variabel serta mengidentifikasi inkonsistensi yang terjadi. Menggunakan pengetahuan ilmiah

Menurut Yildiz (2021)			Menurut Kemendikbudristek (2022)		
No.	Keterampilan Proses Sains	Indikator	No.	Keterampilan Proses	Indikator
					untuk menarik kesimpulan yang konsisten dengan hasil penyelidikan.
5.	Berkomunikasi	Elaborasi: Memberikan penjelasan yang jelas dan rinci.	5.	Mengevaluasi dan refleksi	Mengevaluasi kesimpulan melalui perbandingan dengan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan proses penyelidikan dan efeknya pada data. Menunjukkan permasalahan pada metodologi dan mengusulkan saran perbaikan untuk proses penyelidikan selanjutnya
6.	Menyimpulkan	Fleksibilitas: Memikirkan berbagai makna sebelum memutuskan inferensi.	6.	Mengomunika sikan hasil	Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh termasuk di dalamnya pertumbuhan, keamanan, lingkungan, dan etika yang ditunjang dengan argumen, bahasa serta konvensi sains yang sesuai konteks penyelidikan. Menunjukkan pola berpikir sistematis sesuai format yang ditentukan.
7.	Memprediksi	Fleksibilitas dan konvergensi kreatif: Mempertimbangkan berbagai kemungkinan yang berbeda dan kemudian memutuskan yang paling masuk akal.			

Menurut Yildiz (2021)			Menurut Kemendikbudristek (2022)		
No.	Keterampilan Proses Sains	Indikator	No.	Keterampilan Proses	Indikator
8.	Berhipotesis	Perlawanan terhadap penutupan prematur dan konvergensi kreatif; Membuat hipotesis informasi setelah mempertimbangkan banyak kemungkinan daripada langsung mengambil kesimpulan.			
9.	Mendefinisikan dan mengendalikan variabel	Elaborasi: Merencanakan dengan hati-hati bagaimana mengendalikan variabel.			

4. Materi Pembelajaran Kelas XI SMA Semester Gasal

a. Capaian Pembelajaran (CP)

Pada akhir fase F, siswa mempunyai kemampuan mendeskripsikan bioproses yang terjadi dalam sel, dan menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya, serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut. Selanjutnya siswa memiliki kemampuan menerapkan konsep pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan dalam kehidupan sehari-hari dan mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi. Konsep-konsep yang dipelajari diterapkan untuk memecahkan masalah kehidupan yang diselesaikan dengan keterampilan proses secara mandiri hingga menciptakan ide atau produk untuk mengatasi permasalahan tersebut. Melalui keterampilan proses juga

dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila.

b. Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)

1. Siswa mampu mengidentifikasi struktur sel dan fungsinya
2. Siswa mampu mengidentifikasi mekanisme transport membran
3. Siswa mampu mengidentifikasi struktur jaringan pada tumbuhan dan hewan
4. Siswa mampu mengidentifikasi golongan darah ABO dan Rhesus

c. Struktur Sel dan Fungsinya

1. Unit/komponen struktur sel organisme yang mudah teridentifikasi ketika pengamatan.

d. Mekanisme Transport Membran

1. Transpor Pasif
 - a) Osmosis
 - b) Difusi Sederhana

e. Struktur Jaringan Pada Tumbuhan dan Hewan

1. Jaringan Tumbuhan
 - a) Jaringan epidermis
 - b) Jaringan pengangkut
2. Jaringan Hewan
 - a) Jaringan Epitel pada Hewan atau Manusia
 - b) Jaringan Otot pada Hewan atau Manusia
 - c) Jaringan Tulang pada Hewan atau Manusia

f. Golongan Darah ABO dan Rhesus

1. Golongan darah A, B, AB, dan O
2. Golongan darah sistem rhesus (rh)

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

Penelitian pengembangan ini menggunakan beberapa kajian penelitian yang relevan sebagai berikut:

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Febrianti (2017) dengan judul “Pembelajaran Dengan Modul Berbasis Web” menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan modul berbasis

website yang dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa, serta memiliki sikap yang positif terhadap pembelajaran dengan modul berbasis website. Sebagian besar mahasiswa menyatakan senang dalam mengikuti perkuliahan dengan modul berbasis website.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Susanti (2018) dengan judul “Pengembangan Penuntun Praktikum Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Struktur Tumbuhan Untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI MAN 2 Bandar Lampung” menunjukkan bahwa penuntun praktikum berbasis pendekatan saintifik pada materi struktur tumbuhan untuk memberdayakan keterampilan proses sains terbukti sangat layak untuk mendukung kegiatan praktikum di sekolah.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Asmawati (2014) dengan judul “Pengaruh Metode Pembelajaran *Field Trip* Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Siswa Pada Materi Keanekaragaman Hayati Kelas X” menunjukan bahwa penerapan pembelajaran *Field Trip* bisa meningkatkan

keterampilan proses sains dan penguasaan konsep siswa. Peningkatan keterampilan proses sains siswa menunjukkan N-gain sebesar 0,41 dengan kategori "sedang". Peningkatan penguasaan konsep siswa juga dapat ditinjau dari N-gain yaitu sebesar 0,40 dengan kategori "sedang". Berdasarkan data pengolahan angket, secara umum siswa memberikan respon yang positif terhadap metode pembelajaran *Field Trip*. Dari hasil penelitian, disimpulkan bahwa pembelajaran *Field Trip* dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep siswa pada materi keanekaragaman hayati, serta terdapat korelasi atau keterkaitan yang positif antara keterampilan proses sains dengan penguasaan konsep siswa.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hidayah (2021) dengan judul "Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Kelas X MIPA sebagai Alternatif Pelaksanaan Praktikum Mandiri Selama Pandemi COVID-19" melalui uji kelayakan yang ditujukan ke peserta didik SMA Negeri 8 Semarang menunjukkan bahwa secara keseluruhan produk yang dikembangkan dapat

membantu siswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum mandiri di rumah dengan nilai kelayakan rata-rata 87,8%. Sejumlah 10 peserta didik menyatakan bahwa petunjuk praktikum yang telah dikembangkan lebih memudahkan mereka dalam belajar secara mandiri di rumah. Dengan rincian yang didapatkan 6 peserta didik menyatakan “sangat baik” dan 4 peserta didik menyatakan “baik”.

Banyaknya permasalahan yang terjadi dalam dunia pendidikan seperti yang sudah dikemukakan pada penelitian sebelumnya mayoritas mengarah pada tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran di sekolah yang mengakibatkan banyak tenaga pendidik mencoba berbagai cara untuk melatih, serta meningkatkan berbagai aspek untuk bisa mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan siswa.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sumber belajar yang bermanfaat untuk menunjang proses belajar siswa dengan tujuan mengasah keterampilan proses sains dasar yang tertuang pada sumber belajar elektronik berupa petunjuk praktikum

digital. Sejauh ini belum pernah dilakukan penelitian mengenai pengembangan sumber belajar berupa petunjuk praktikum digital untuk mengasah keterampilan proses sains dasar. Oleh karena itu, melihat dari beberapa kajian penelitian yang relevan, adanya penelitian pengembangan ini diharapkan mampu membantu menjawab isu-isu dalam pendidikan abad 21 dan mendukung proses pembelajaran.

C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan uraian landasan teori di atas, maka timbul kerangka pikir dalam penelitian ini. Biologi ialah ilmu sains yang dalam pengkajiannya harus menggunakan pengujian-pengujian yang empiris. Maka dari itu, dalam proses pembelajaran biologi diperlukan kegiatan eksperimen atau praktikum sebagai kegiatan pengujian teori-teori dalam konsep biologi.

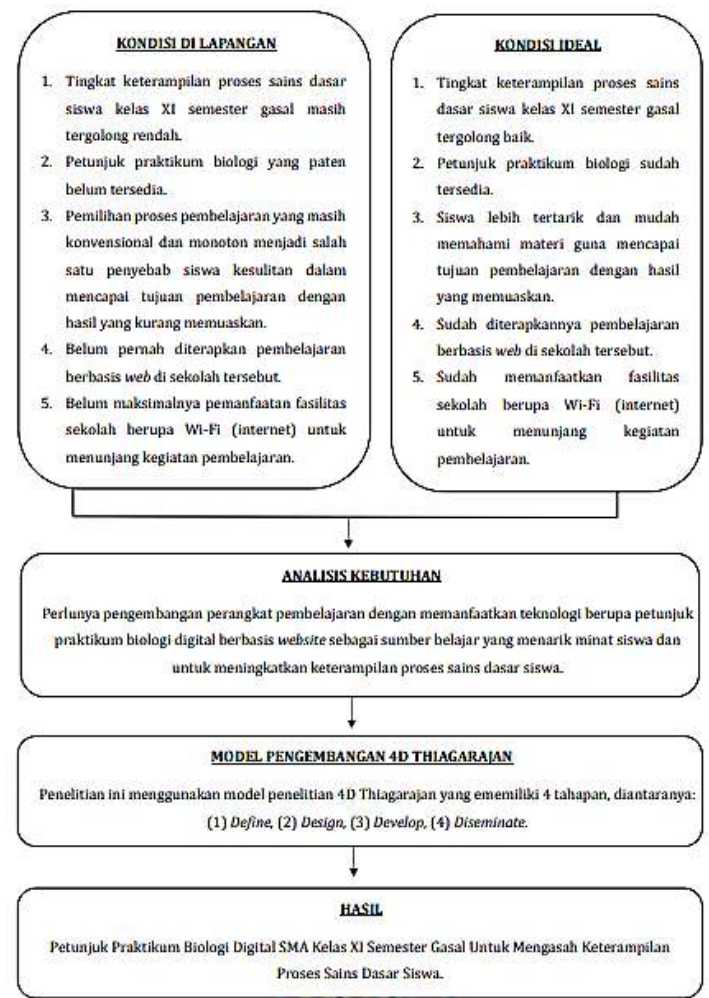
Dengan perkembangan IPTEK saat ini berdampak pada munculnya perkembangan baru dalam pembuatan petunjuk praktikum biologi yang tidak lagi dalam bentuk modul atau

buku akan tetapi dikembangkan dalam bentuk perangkat lunak komputer yang terhubung dengan jaringan internet dan dapat diakses oleh siapapun dan dimanapun, salah satunya yaitu website. Adanya website petunjuk praktikum biologi diharapkan bisa meningkatkan pengetahuan dan pemahaman siswa mengenai alat dan bahan biologi, prosedur kerja, serta pengetahuan penting lainnya yang dibutuhkan saat melakukan praktikum di laboratorium untuk mengefektifkan waktu saat melakukan praktikum. Petunjuk praktikum biologi dalam bentuk website yang memanfaatkan aplikasi Canva ini dibuat dengan desain dan animasi yang menarik, serta dilengkapi dengan gambar, animasi dan juga beberapa video yang sesuai untuk meningkatkan motivasi belajar bagi siswa. Pengembangan petunjuk praktikum biologi dalam bentuk website ini menjadi sangat penting dan diharapkan siswa bisa memperoleh sumber belajar yang dapat digunakan untuk belajar mandiri.

Tuntutan pada abad 21 mengharuskan untuk mempunyai keterampilan proses sains,

Keterampilan mempunyai makna yaitu kemampuan menggunakan pikiran, nalar, dan perbuatan secara efisien dan efektif untuk mencapai suatu hasil tertentu termasuk dalam ranah kreativitas. Keterampilan proses sains merupakan seluruh keterampilan ilmiah yang bisa digunakan untuk menemukan dan mengembangkan suatu konsep, prinsip ataupun teori dengan tujuan untuk mengasah keterampilan proses sains siswa. Oleh karena itu, keterampilan proses sains perlu diajarkan dengan mengasah kemampuan praktikum atau lebih tepatnya sering melakukan praktikum sehingga dapat dibuat literatur seperti pada Gambar 2.1.

Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas
XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses
Sains Dasar Siswa



Gambar 2.1 Bagan Alir Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) yaitu suatu penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan atau menghasilkan suatu produk dan diujikan tingkat kelayakannya. Jenis penelitian ini bertujuan untuk menciptakan atau menghasilkan produk baru atau mengembangkan produk yang sudah ada sebelumnya menjadi lebih menarik yang sesuai dengan kebutuhan dan pokok bahasan dalam proses pembelajaran (Muqdamien et al., 2021).

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan et al. (1974) yaitu; *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Model pengembangan 4D merupakan salah satu model pengembangan yang tersusun secara sistematis dan praktis. Penelitian pengembangan ini dilaksanakan hanya sampai tahapan *develop* (pengembangan) saja, sedangkan tahapan *disseminate* (penyebaran) tidak dilaksanakan.

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan dilaksanakan sesuai dengan tahapan-tahapan model pengembangan 4D. Adapun model pengembangan 4D menurut Thiagarajan et al. (1974), yaitu:

1. *Define* (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian bertujuan untuk mencari, menganalisis informasi dan juga menentukan tujuan, serta batasan bahan ajar yang diperlukan sehingga syarat-syarat pembelajaran dapat ditetapkan. Dalam tahap ini ada lima langkah pokok yaitu:

a. Analisis Ujung Depan (*front-end analysis*)

Berdasarkan teori Thiagarajan et al. (1974), penelitian saya yang dilakukan untuk analisis unjung depan adalah mencari tahu persoalan yang dialami oleh guru dan siswa selama proses pembelajaran khususnya pada materi biologi kelas XI semester gasal. Analisis dilakukan melalui wawancara kepada guru mata pelajaran biologi MA Matholi'ul Anwar Lamongan. Wawancara dilakukan untuk mengetahui jalannya proses pembelajaran, model pembelajaran, media

pembelajaran, dan juga sumber belajar berbasis digital (website) yang digunakan di MA Matholi`ul Anwar Lamongan. Peneliti menggunakan pedoman wawancara yang berupa daftar pertanyaan yang telah disusun secara sistematis yang berfungsi sebagai garis besar masalah yang muncul selama proses pembelajaran.

b. Analisis Siswa (*learner analysis*)

Berdasarkan teori Thiagarajan et al. (1974), analisis siswa adalah bagian dari penelitian saya yang bertujuan untuk menemukan atau mengidentifikasi kebutuhan produk yang sesuai dengan karakteristik siswa, sehingga produk yang dibuat dapat membantu siswa belajar. Selain itu, analisis siswa juga bertujuan untuk mengetahui berbagai masalah yang dihadapi siswa di kelas.

Analisis siswa dilakukan melalui wawancara tertulis dengan siswa kelas XI MIPA melalui *Google Form*. Pengisian wawancara tertulis ini dilaksanakan pada bulan April 2023 diluar jam pembelajaran. Sebanyak 42 siswa mengisi wawancara

tertulis dengan lengkap. Data diperbarui pada bulan September 2023 untuk mendapatkan hasil yang lebih valid, sebanyak 130 siswa mengisi angket tertulis berupa pilihan ganda untuk mengetahui tingkat keterampilan proses sains dasar siswa.

c. Analisis Tugas (*task analysis*)

Berdasarkan teori Thiagarajan et al. (1974), Penelitian saya yang dilakukan untuk analisis tugas adalah untuk mengetahui isi proses pembelajaran dengan memberikan rangkuman atau garis besar tentang materi yang akan diajarkan. Analisis tugas ini digunakan untuk mengidentifikasi keterampilan yang akan diperoleh guru dan siswa pada proses pembelajaran. Analisis tugas dilakukan dengan wawancara terhadap guru mata pelajaran biologi dan siswa mengenai sumber belajar serta materi yang dibutuhkan.

d. Analisis Konsep (*concept analysis*)

Berdasarkan teori Thiagarajan et al. (1974), Penelitian saya yang dilakukan

untuk analisis konsep bertujuan untuk menemukan konsep-konsep utama yang diajarkan guru kepada siswa mereka. Dalam analisis konsep, peneliti mencapai dua tujuan. Tujuan pertama adalah menganalisis Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar Materi SMA/MA kelas XI semester gasal. Tujuan kedua adalah menganalisis sumber belajar yang akan digunakan untuk menyusun petunjuk praktikum biologi digital yang berfokus pada keterampilan proses sains dasar SMA/MA kelas XI semester gasal dengan cara menemukan dan mengumpulkan sumber yang mendukung atau mendukung penyusunan petunjuk praktikum biologi digital.

e. Perumusan Tujuan Pembelajaran
(*specifying instructional objective*)

Berdasarkan teori Thiagarajan et al. (1974), penelitian saya bertujuan untuk merumuskan tujuan pembelajaran dengan memahami pencapaian dalam proses pembelajaran yang disusun sesuai dengan indikator kompetensi dasar.

2. *Design* (Perancangan)

Tahap ini merupakan tahap perancangan sumber belajar petunjuk praktikum biologi digital. Berdasarkan teori Thiagarajan et al. (1974), terdapat beberapa langkah dalam merancang sumber belajar, yaitu;

- a. Pemilihan media yang tepat untuk penyajian isi pembelajaran.
- b. Pemilihan format sesuai dengan sejumlah faktor yang akan dibahas.
- c. Pembuatan produk yang sesuai dengan desain awal yang telah dipilih.

3. *Develop* (Pengembangan)

Berdasarkan teori Thiagarajan et al. (1974), tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan, mengembangkan, atau memodifikasi sebuah produk. Terdapat dua langkah dalam tahapan ini, yaitu:

- a. Penilaian oleh ahli untuk memperoleh saran perbaikan produk yang dikembangkan dan dilanjutkan dengan revisi.
- b. Uji coba pengembangan yang melibatkan subjek coba untuk memperoleh tanggapan, reaksi, dan komentar terkait produk yang

dikembangkan dan dilanjutkan dengan revisi.

4. *Disseminate* (Penyebaran)

Berdasarkan teori Thiagarajan et al. (1974), Tahap penyebaran ini memiliki tujuan untuk menyebarkan produk yang telah dikembangkan atau dibuat kepada masyarakat umum. Tahap ini merupakan tahap akhir dalam model pengembangan 4D. Terdapat empat langkah dalam tahap distribusi, yaitu menganalisis pengguna, menetapkan strategi dan tema, menentukan waktu yang tepat, serta memilih media yang sesuai. Keempat tahapan model 4D kemudian disesuaikan dengan kebutuhan peneliti di lapangan. Prosedur penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini akan disajikan pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Prosedur Pengembangan 4D

Langkah-Langkah 4D		Kegiatan Peneliti
<i>Define</i>	Analisis ujung depan (<i>front-end analysis</i>)	Wawancara dengan guru terkait proses pembelajaran dan sumber belajar bermuatan keterampilan proses dasar.
	Analisis siswa (<i>learner analysis</i>)	Wawancara dengan siswa terkait problematika selama proses pembelajaran mata pelajaran biologi.
	Analisis tugas (<i>task analysis</i>)	Analisis materi penunjang isi sumber belajar petunjuk praktikum digital.
	Analisis konsep (<i>concept analysis</i>)	1. Analisis kompetensi inti dan kompetensi dasar materi SMA/MA kelas XI semester gasal. 2. Analisis sumber belajar materi SMA/MA kelas XI semester gasal
	Analisis tujuan pembelajaran (<i>specifying instructional objective</i>)	Merumuskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.

Langkah-Langkah 4D	Kegiatan Peneliti
<i>Design</i>	1. Memilih format sumber belajar petunjuk praktikum digital. 2. Memilih perangkat lunak dalam pembuatan petunjuk praktikum digital. Dalam penelitian ini peneliti memilih menggunakan perangkat lunak Canva. 3. Perancangan desain produk.
<i>Develop</i>	1. Melakukan validasi produk yang sudah dikembangkan pada validator yang meliputi ahli materi, ahli media, ahli keterampilan proses sains, dan guru biologi. 2. Melakukan revisi sesuai dengan kritik dan saran. 3. Uji coba produk terhadap siswa secara acak untuk mengetahui kelayakan produk.
<i>Disseminate</i>	Tidak dilaksanakan.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

- a. Subjek validasi terdiri dari validasi ahli yang mencakup evaluasi pada aspek materi, media, keterampilan proses sains, guru biologi, dan penilaian kelayakan terhadap siswa.
- b. Subjek kelayakan terhadap siswa dilakukan pada siswa kelas XI SMA dengan menerapkan metode *purposive sampling*, yang melibatkan seleksi sampel dari 36 siswa.
- c. Tahapan uji coba produk:
 - a) Pengembangan sumber belajar berupa petunjuk praktikum digital.
 - b) Validasi oleh ahli meliputi aspek materi, media, keterampilan proses sains, dan guru biologi.
 - c) Terdapat dua kemungkinan dari hasil validasi, yaitu produk valid dan produk tidak valid.
 - d) Jika produk valid, maka akan dilanjutkan dengan uji kelayakan pada siswa berupa angket, jika produk tidak

valid maka akan dilakukan revisi terlebih dahulu.

- e) Terdapat dua kemungkinan dari hasil uji kelayakan pada siswa, yaitu layak dan tidak layak.

2. Subjek Coba

Penelitian pengembangan ini menggunakan responden siswa kelas XI MIPA MA Matholi'ul Anwar Lamongan tahun ajaran 2023/2024 yang diambil sebanyak 36 siswa. Penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik ini dipilih oleh peneliti karena teknik pengambilan sampel yang dilakukan dengan cara tidak acak. Peneliti akan merumuskan kriteria objek yang ingin dijadikan sumber penelitian secara spesifik. Sedangkan subjek validasi terdiri atas validator ahli materi, validator ahli media, ahli keterampilan proses sains dasar, dan guru mata pelajaran biologi MA Matholi'ul Anwar Lamongan.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya:

a. Metode Observasi

Observasi adalah cara mengumpulkan informasi, di mana peneliti mengamati objek penelitian secara langsung. Observasi merupakan proses yang melibatkan berbagai proses biologis dan psikologis. Metode pengumpulan data ini menggunakan pengamatan langsung atau tidak langsung. Observasi bertujuan untuk memahami kondisi lapangan sebelum penelitian dimulai dan selama penelitian berlangsung (Sugiyono, 2014).

Observasi dalam penelitian ini dilakukan untuk mengumpulkan data mengenai bagaimana proses pembelajaran di MA Matholi'ul Anwar Lamongan, termasuk metode pendekatan, model pembelajaran, sumber materi, platform pembelajaran, serta hambatan yang diidentifikasi selama pengamatan.

b. Metode wawancara

Wawancara yang digunakan dalam pengumpulan data ini menggunakan wawancara terpimpin (*guided interview*) yang ditujukan kepada guru mata pelajaran

biologi. Wawancara terpimpin adalah jenis wawancara di mana subjek penelitian mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang telah disusun sebelumnya kepada responden (Arikunto, 2013). Wawancara dilakukan oleh peneliti pada guru mata pelajaran biologi dan siswa kelas XI MIPA MA Matholi`ul Anwar Lamongan untuk mengetahui kebutuhan pengembangan. Wawancara pada guru mata pelajaran biologi dilakukan melalui tatap muka atau secara langsung dan melalui aplikasi *Whatsapp*, sedangkan wawancara pada siswa kelas XI MIPA MA Matholi`ul Anwar Lamongan dilakukan melalui aplikasi *WhatsApp*.

c. Metode kuesioner (angket)

Angket ialah sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi atau data dari responden terkait hal-hal yang bersangkutan dengan pribadinya (Arikunto, 2006). Angket digunakan untuk uji kelayakan dan uji validitas petunjuk

praktikum biologi digital, serta respon dari para siswa.

a) Angket Analisis Kebutuhan

Berupa kumpulan pertanyaan singkat dimana kelas teratas hanya memberikan *checklist* (V) di tempat yang disediakan. Angket ini berkaitan dengan penilaian terhadap kebutuhan akan media pembelajaran praktikum biologi yang menggunakan teknologi digital.

b) Angket Validasi Ahli Materi

Angket validasi ahli materi digunakan untuk mengumpulkan data tentang kelayakan produk yang ditinjau dari sudut pandang desain pembelajaran, kelayakan isi materi, bahasa, dan komunikasi. Isi angket yang diberikan kepada ahli materi mengandung beberapa aspek utama yang ditunjukkan. Validasi ahli materi dilakukan oleh dosen Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang merupakan dosen pendidikan biologi yang ahli di bidang materi. Data

yang diperoleh kemudian dianalisis dan digunakan untuk merevisi desain petunjuk praktikum biologi berbasis digital untuk mengasah keterampilan proses sains dasar siswa. Angket ini berpedoman pada skala Likert yang terdiri atas 5 kategori penilaian.

c) Angket Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan oleh dosen Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang merupakan dosen pendidikan biologi yang ahli di bidang media pembelajaran. Produk pengembangan petunjuk praktikum biologi berbasis digital di evaluasi dan digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dasar siswa. Instrumen angket untuk ahli media berisi rincian tentang aspek *usability*, *functionality* dan aspek komunikasi visual. Angket ini berpedoman pada skala Likert yang terdiri atas 5 kategori penilaian.

d) Angket Validasi Keterampilan Proses Sains

Angket validasi keterampilan proses sains digunakan untuk mendapatkan data berupa kelayakan soal yang ditinjau dari aspek isi materi dan aspek bahasa. Isi dari angket yang diberikan kepada validator soal memiliki beberapa aspek pokok yang disajikan. Validasi soal dilakukan oleh dilakukan oleh dosen Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang merupakan dosen pendidikan biologi yang ahli di bidang KPS. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dan digunakan untuk merevisi soal pada petunjuk praktikum biologi berbasis digital untuk mengasah keterampilan proses sains dasar siswa. Angket ini berpedoman pada skala Likert yang terdiri atas 5 kategori penilaian.

4. Teknik Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini terdiri dari dua tahap, yaitu analisis data awal, yang terdiri dari data kualitatif, dan analisis data akhir, yang terdiri dari data kuantitatif. Proses pengambilan data dalam penelitian pengembangan ini didasarkan pada instrumen yang digunakan untuk melanjutkan proses penelitian dan pengembangan.

Berikut ini merupakan metode analisis data yang digunakan peneliti:

- a. Analisis kebutuhan sumber belajar di MA Matholi`ul Anwar Lamongan

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber belajar materi biologi kelas XI semester gasal di MA Matholi'ul Anwar Lamongan. Digunakan teknik deskriptif kualitatif untuk menganalisis data yang diperoleh dari wawancara dengan guru biologi dan pembagian angket kepada siswa.

- b. Penilaian kelayakan sumber belajar berupa petunjuk praktikum digital

Produk hasil pengembangan berupa petunjuk praktikum digital bermuatan keterampilan proses sains dasar diuji kelayakannya oleh siswa dan beberapa ahli yang meliputi ahli materi, ahli media, ahli keterampilan proses sains, guru biologi, dan siswa. Penilaian didasarkan pada:

- a) Penyajian materi yang mencakup materi yang lengkap, sesuai, akurat, kegiatan pendukung, mutakhir, sistematis, dan mendukung keterampilan proses sains.
- b) Penyajian petunjuk praktikum digital yang meliputi penyajian umum seperti kejelasan materi, memenuhi persyaratan sumber belajar, tampilan umum seperti desain petunjuk praktikum digital, sistem penomoran yang jelas, ukuran huruf, gambar dan keterangannya, serta kelengkapan sumber belajar petunjuk praktikum digital.

Selanjutnya, data yang diperoleh dari angket mengenai tanggapan siswa dan para ahli dianalisis secara deskriptif

kuantitatif dengan menggunakan rumus berikut:

Kriteria kelayakan sumber belajar:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

- a) Sangat tidak layak = 0-20%
- b) Tidak layak = 21 - 40%
- c) Cukup layak = 41 - 60%
- d) Layak = 61 - 80%
- e) Sangat layak = 81 - 100%

(Arikunto, 2013).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini menghasilkan produk yang berupa situs website petunjuk praktikum biologi materi kelas XI semester gasal. Situs website ini dapat digunakan sebagai sumber belajar di sekolah. Model pengembangan 4D, yang diusulkan oleh Thiagarajan et al., 1974) digunakan untuk mengembangkan produk ini, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Hasil pengembangan produk petunjuk praktikum biologi ini didasarkan pada kebutuhan guru dan siswa biologi MA Matholi'ul Anwar Lamongan serta fasilitas yang tersedia di sekolah.

Pengembangan petunjuk praktikum biologi berbasis website ini disertai dengan soal evaluasi bermuatan KPS (Keterampilan Proses Sains) dasar. Website ini dibuat dengan beberapa aplikasi, yaitu Canva untuk membuat desain website, *Youtube* sebagai sumber video praktikum, *skecthfab* sebagai sumber animasi 3D, dan *Google Form* untuk membuat *form* soal evaluasi. Berikut merupakan

hasil pengembangan produk petunjuk praktikum biologi digital kelas XI.

1. *Flowchart*

Flowchart merupakan ilustrasi menyeluruh tentang alur produk yang dikembangkan oleh peneliti. Pada proses pengembangan perangkat pembelajaran, *flowchart* dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 *Flowchart* Website

2. *Storyboard*

a. *Home*

Berisi tampilan awal halaman websita ketika *user* atau pengguna masuk.

b. Menu

Berisi panduan yang menyajikan poin-poin materi biologi SMA kelas XI semester gasal secara terstruktur yang akan dipelajari selama praktikum. Tujuannya adalah untuk menunjukkan apa saja yang termuat dalam petunjuk praktikum dan memberikan kemudahan bagi siswa dalam menemukan halaman-halaman tertentu di dalam petunjuk praktikum. Adapun materi yang akan dipelajari yaitu struktur dan fungsi sel, mekanisme transpor membran, jaringan hewan dan tumbuhan, serta golongan darah. Setiap materi berisi konten utama website, yaitu:

1) Pengenalan Materi

Berisi gambaran umum tentang topik atau konsep yang akan dibahas selama praktikum. Dengan membaca pengenalan materi, praktikan akan

memperoleh pemahaman awal yang kuat yang akan membantu mereka dalam menyerap informasi lebih lanjut dan menjalankan praktikum dengan lebih baik.

2) Tujuan Praktikum

Berisi pemahaman yang mendalam dan praktis tentang konsep teoritis yang telah dipelajari selama praktikum berlangsung.

3) Dasar Teori

Berisi penjelasan mendalam tentang teori-teori yang relevan dengan praktikum yang dilengkapi dengan gambar dan tabel sebagai penunjang pembelajaran serta referensi atau sumber yang dijadikan sebagai acuan pembelajaran oleh peneliti, sehingga peneliti bisa mempertanggungjawabkan validitas setiap materi yang diajarkan.

4) Alat dan Bahan

Berisi daftar alat dan bahan yang akan digunakan selama praktikum, diharapkan siswa

mempersiapkan alat dan bahan yang dapat diperoleh di lingkungan sekitar, serta mempelajari cara menggunakannya jika mereka belum pernah menggunakannya sebelumnya.

5) Prosedur Kerja

Berisi cara kerja praktikum yang dilengkapi dengan video praktikum dari aplikasi *Youtube* yang berisikan prosedur dan langkah-langkah yang digunakan dalam praktikum, mulai dari persiapan hingga pencatatan hasil. Adanya instruksi kerja dalam petunjuk praktikum yang mengharapakan siswa untu bisa membaca dan membahas gambaran dan pembagian tugas dengan teman kelompoknya sebelum praktikum dimulai. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produktivitas kerja, keterampilan komunikasi, keterampilan diskusi, dan manajemen kelompok.

6) Hasil Pengamatan

Berisi tabel hasil pengamatan yang dilengkapi dengan animasi 3D dan *game* pembelajaran sebagai penunjang keberhasilan pembelajaran, serta *link google form* untuk mengunggah hasil praktikum yang sudah dilaksanakan. Peneliti membuat halaman hasil pengamatan untuk memenuhi kebutuhan praktikum dan memberi siswa instruksi untuk mempermudah pengisian data. Siswa diwajibkan untuk berkomunikasi dengan guru biologi agar hasil yang didapat nantinya sesuai yang diinginkan. Hasil pengamatan yang sudah didiskusikan baik dengan teman kelompok maupun dengan guru dalam bentuk tulisan singkat dan disertai pendapat dari sumber belajar yang lain baik itu buku, jurnal dan sumber internet yang terpercaya untuk meningkatkan pengetahuan siswa.

7) Evaluasi

Berisi 6 butir soal yang bermuatan keterampilan proses sains dasar yang bertujuan untuk pemberi stimulus lanjutan setelah siswa melakukan praktikum. Diharapkan siswa lebih memahami materi praktikum yang sudah dilaksanakan dan dapat melatih keterampilan proses sains dasar siswa.

c. Profil Pengembang Website

Berisi tentang profil pengembang website pembelajaran yang bertanggung jawab atas pembuatan dan pengembangan website petunjuk praktikum tersebut. Tujuannya adalah untuk memberikan kepercayaan kepada pengguna bahwa petunjuk praktikum tersebut disusun oleh praktisi atau ahli yang kompeten di bidangnya. Dengan mengenal profil pengembang, pengguna dapat lebih memahami kualitas dan relevansi dari petunjuk praktikum yang disediakan.

B. Hasil Uji Coba Produk

Petunjuk praktikum ini divalidasi oleh ahli yang kompeten di bidang tersebut untuk menentukan apakah produk yang dikembangkan layak digunakan. Produk akan diujikan kepada siswa kelas XI MA Matholi'ul Anwar Lamongan setelah divalidasi oleh 3 validator meliputi ahli materi, ahli media, ahli KPS, dan respon atau tanggapan dari guru biologi dan siswa kelas XI MA Matholi'ul Anwar Lamongan.

1. Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi pada produk yang dikembangkan bertujuan untuk menilai isi konten website. Penilaian untuk ahli materi mencakup 3 aspek yaitu komponen petunjuk praktikum, kelayakan konten, dan relevansi terhadap kehidupan sehari-hari. Validasi dilakukan oleh Dosen Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang yang memiliki keahlian dalam informasi keilmuan materi praktikum kelas XI semester gasal khususnya yang berkaitan dengan jaringan hewan dan tumbuhan, yaitu Dwime Ayu Dewandari Pranatami, M.Sc. Rekapitulasi perhitungan skor dan penentuan kelayakan aspek materi

petunjuk praktikum berdasarkan skala likert. Adapun hasil validasi ahli materi dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek/ Kriteria	Skor Validasi	Persentase (%)
1	Komponen petunjuk praktikum	30	85,71%
2	Kelayakan konten	27	77,14%
3	Relevansi terhadap kehidupan sehari-hari	4	80%
Jumlah Skor/Persentase Kriteria		61	81,3%
			Sangat Layak

Persentase hasil validasi isi atau konten website pada tabel 4.1 diperoleh skor rata-rata sebesar 81,3%, termasuk kategori sangat valid atau sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran dengan revisi. Rincian validasi ahli materi terdapat pada lampiran 6. Kritik dan saran dari validator ahli materi diperlukan untuk penyempurnaan konten website dan disajikan dalam pembahasan “Revisi Produk”.

2. Validasi Ahli Media

Validator media merupakan ahli yang memiliki kemampuan di bidang media pembelajaran biologi, terutama website. Penilaian untuk ahli media meliputi 4 aspek yaitu navigasi, desain visual, media, dan bahasa. Ahli media yang menilai validitas dan kelayakan media adalah Nisa Rasyida, M.Pd. selaku Dosen Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang. Adapun rekapitulasi perhitungan skor dan penentuan kelayakan aspek media berdasarkan skala likert. Hasil penilaian ahli media dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek/ Kriteria	Skor Validasi	Persentase (%)
1	Navigasi	20	80%
2	Desain Visual	28	93,3%
3	Media	20	80%
4	Bahasa	36	80%
Jumlah		104	83,2%
Skor/Persentase			
Kriteria			Sangat Layak

Persentase hasil validasi produk berupa website pada tabel 4.2 diperoleh skor rata-rata sebesar 83,2%, termasuk kategori sangat valid atau sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran dengan revisi. Rincian validasi ahli media terdapat pada lampiran 7. Kritik dan saran dari validator ahli media diperlukan untuk penyempurnaan media website dan disajikan dalam pembahasan “Revisi Produk”.

3. Validasi Ahli KPS (Keterampilan Proses Sains)

Validator KPS merupakan ahli dalam bidang KPS yang dapat menilai kemampuan siswa dalam menggunakan keterampilan ilmiah. Penilaian untuk ahli KPS meliputi 6 aspek yaitu mengamati, perbandingan, mengklasifikasikan, pengukuran, berkomunikasi, dan menyimpulkan. Ahli KPS yang menilai validitas dan kelayakan soal evaluasi bermuatan KPS adalah Erna Wijayanti, M.Pd. selaku Dosen Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang. Adapun rekapitulasi perhitungan skor dan penentuan kelayakan soal evaluasi bermuatan KPS berdasarkan skala

likert. Hasil penilaian ahli KPS dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli KPS

No	Aspek/ Kriteria	Skor Validasi	Persentase (%)
1	Mengamati	3	60%
2	Perbandingan	4	80%
3	Mengklasifikasi- kan	5	100%
4	Pengukuran	4	80%
5	Berkomunikasi	3	60%
6	Menyimpulkan	5	100%
Jumlah Skor/Persentase		24	80%
Kriteria			Layak

Persentase hasil validasi soal evaluasi bermuatan KPS pada tabel 4.3 diperoleh skor rata-rata sebesar 80%, termasuk kategori valid atau layak digunakan dalam proses pembelajaran dengan revisi. Rincian validasi ahli KPS terdapat pada lampiran 8. Kritik dan saran dari validator ahli KPS diperlukan untuk penyempurnaan soal evaluasi bermuatan KPS dan disajikan dalam pembahasan “Revisi Produk”.

4. Uji Skala Kecil

Pengujian tahap ini melibatkan respon guru biologi dan siswa sebagai subjek

penelitian untuk mengisi kuesioner atau angket tertulis sebagai penilaian produk petunjuk praktikum biologi digital yang dikembangkan oleh peneliti yang dimaksudkan untuk diuji kelayakannya sebelum digunakan sebagai perangkat penunjang pembelajaran.

Guru biologi akan menggunakan lembar angket yang sudah disediakan peneliti untuk menganalisis petunjuk praktikum biologi digital dari berbagai aspek, yaitu isi, bahasa, desain produk, kualitas produk, penggunaan produk, kemudahan penggunaan produk, dan petunjuk praktikum. Adapun angket hasil penilaian dari guru biologi tentang petunjuk praktikum biologi digital disajikan pada tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Hasil Respon Guru Biologi

No	Aspek/ Kriteria	Skor Validasi	Persentase (%)
1	Isi	20	100%
2	Bahasa	38	95%
3	Desain produk	20	100%
4	Kualitas produk	10	100%
5	Penggunaan produk	10	100%
6	Kemudahan penggunaan produk	9	90%
7	Petunjuk praktikum	10	100%
Jumlah Skor/Persentase Kriteria		117	97,5%
			Sangat Layak

Persentase hasil respon guru biologi MA Matholi'ul Anwar Lamongan pada tabel 4.4 diperoleh skor rata-rata sebesar 97,5%, termasuk kategori sangat valid atau sangat layak digunakan sebagai perangkat penunjang proses pembelajaran dengan revisi. Rincian respon guru biologi terdapat pada lampiran 9. Kritik dan saran dari guru biologi diperlukan untuk penyempurnaan produk petunjuk praktikum biologi digital yang dikembangkan

dan disajikan dalam pembahasan “Revisi Produk”.

Uji skala kecil produk dilakukan di MA Matholi`ul Anwar Lamongan menggunakan kuesioner atau angket tertulis yang berisi pertanyaan mengenai produk dengan 4 aspek yaitu kemudahan petunjuk praktikum untuk dipahami, kejelasan dalam penggunaan ilustrasi dan contoh, kemampuan petunjuk praktikum dalam mengasah keterampilan proses sains dasar siswa, dan kegunaan petunjuk praktikum sebagai perangkat ajar. Kuesioner diberikan kepada 36 siswa kelas XI.3 MIPA MA Matholi`ul Anwar Lamongan. Hasil dari uji skala kecil disajikan pada tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Hasil Uji Skala Kecil (Angket Respon
Siswa)

No	Aspek/ Kriteria	Skor	Persentase (%)
1	Kemudahan petunjuk praktikum untuk dipahami	1.108	87,9%
2	Kejelasan dalam penggunaan ilustrasi dan contoh	810	90%
3	Kemampuan petunjuk praktikum dalam mengasah keterampilan proses sains dasar siswa	316	87,8%
4	Kegunaan petunjuk praktikum sebagai perangkat ajar	629	87,36%
Nilai Rata-Rata			88,36%
Kriteria			Sangat Layak

Berdasarkan hasil angket respon siswa kelas XI.3 MIPA MA Matholi`ul Anwar Lamongan diperoleh persentase rata-rata sebesar 88,36% yang menunjukkan kategori sangat layak dari tahapan uji lapangan (uji skala kecil). Hasil angket yang didapatkan menunjukkan bahwa produk petunjuk

praktikum biologi digital dapat digunakan sebagai alat penunjang pembelajaran karena menunjukkan kriteria yang sangat realistis dan praktis.

5. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode RnD (*Research and Development*) dengan sumber data yaitu kuantitatif dan kualitatif. Data kualitatif didapatkan dari hasil validasi ahli diantaranya ahli materi, ahli media, ahli KPS, dan respon tanggapan dari guru biologi dan siswa. Hasil nilai kelayakan ahli materi 81,3% (sangat layak). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa isi berupa kelengkapan materi pada petunjuk praktikum sudah sesuai dengan capaian pembelajaran, keakuratan materi dengan teori dan perkembangan ilmu pengetahuan. Hal ini sebagaimana yang telah dikemukakan oleh (Musfiqon & Nurdyansyah, 2015) bahwa pendekatan saintifik mendukung kegiatan ilmiah yang mampu mendorong siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan secara mandiri. Hasil nilai kelayakan ahli media 83,2% (sangat layak).

Nilai ini menunjukkan bahwa petunjuk praktikum yang dikembangkan sudah sesuai dengan kebutuhan dan pengembangan diri siswa sehingga dapat digunakan sebagai pendukung kegiatan pembelajaran biologi. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh (Fernandes et al., 2020) bahwa pengembangan petunjuk praktikum biologi digital merupakan implementasi dari pendekatan pembelajaran ke dalam pengguna teknologi. Salah satu peluang pembaruan kurikulum bagi pengajar sains adalah dengan menggunakan teknologi digital, dan nilai kelayakan ahli KPS sebesar 80% (layak). Nilai yang didapatkan menunjukkan bahwa penyajian soal-soal evaluasi dengan tujuan untuk mengasah KPS dasar telah terpenuhi. Sedangkan nilai respon ditentukan oleh penilaian guru biologi dan siswa dengan hasil respon guru biologi 97,5% (sangat layak) dan siswa 88,36% (sangat layak). Berikut adalah rekapitulasi hasil validasi ahli, skor yang didapatkan, serta kriteria hasil validasi pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli
dan Uji Skala Kecil

Ahli	Aspek	Skor	Kriteria
Materi	Komponen petunjuk praktikum, kelayakan konten, dan relevansi terhadap kehidupan sehari-hari	81,3%	Sangat Layak
Media	Navigasi, desain visual, media, dan bahasa	83,2%	Sangat Layak
KPS	Mengamati, perbandingan, mengklasifikasi-kan, pengukuran, berkomunikasi, dan menyimpulkan	80%	Layak
Guru Biologi	Isi, bahasa, desain produk, kualitas produk, penggunaan produk, kemudahan penggunaan produk, dan petunjuk praktikum	97,5%	Sangat Layak
Uji Skala Kecil	Kemudahan petunjuk praktikum untuk dipahami, kejelasan dalam penggunaan ilustrasi dan contoh, kemampuan petunjuk praktikum dalam mengasah keterampilan proses sains dasar siswa, dan kegunaan petunjuk praktikum sebagai perangkat ajar	88,36%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa produk petunjuk praktikum biologi digital yang dikembangkan oleh peneliti sangat layak dan sangat valid untuk digunakan sebagai perangkat pendukung pembelajaran biologi materi kelas XI SMA.

C. Revisi Produk

Produk petunjuk praktikum biologi digital yang dikembangkan dan sudah melalui beberapa tahap validasi, yaitu validasi ahli materi, ahli media, dan ahli KPS dilanjutkan dengan melakukan perbaikan berdasarkan saran dan masukan dari validator sehingga dihasilkan produk petunjuk praktikum biologi digital yang layak dan valid untuk digunakan. Berikut merupakan saran, dan masukan dari validator.

1. Ahli Materi

Validasi oleh ahli materi meliputi 3 aspek penilaian yaitu komponen petunjuk praktikum, kelayakan konten, dan relevansi terhadap kehidupan sehari-hari. Adapun saran dan masukan dari validator ahli materi sebagai berikut.

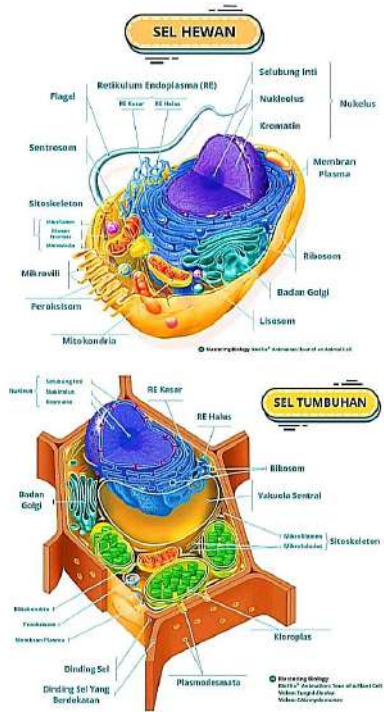
- a. Tambahkan referensi tentang tabel perbedaan sel hewan dan sel tumbuhan
- b. Tambahkan referensi tentang jaringan tumbuhan
- c. Tambahkan referensi tentang tabel antigen dan antibodi dalam masing-masing golongan darah, serta mengganti gambar yang sesuai

Dasar Teori

Sel merupakan unit fungsional dan struktural dasar dari suatu makhluk hidup. Sel tersusun atas bagian-bagian, yang masing-masing memiliki struktur dan fungsi yang berbeda. Sel sebagai unit hereditas makhluk hidup ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong penemuan unit-unit penurunan sifat yang terdapat dalam nukleus, yaitu kromosom. Unit/komponen struktur sel organisme yang mudah teridentifikasi ketika pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop cahaya adalah membran plasma/membran permukaan sel, sitoplasma, dan inti sel. Membran plasma, sitoplasma dan inti sel diketahui merupakan tiga unit utama dari struktur sel setiap organisme (Thibodeau & Patton, 2000).

Setiap sel penyusun organisme memiliki fungsi tertentu. Beberapa sel bertanggung jawab terhadap kelangsungan fungsi tubuh organisme. Spesialisasi fungsi tersebut biasanya didukung oleh struktur sel penyusunnya (Thibodeau & Patton, 2000). Semua sel penyusun organisme memiliki membran plasma, sitoplasma dan inti sel (Thibodeau & Patton, 2000). Seperti halnya organisme yang memiliki organ-organ tubuh dan memiliki fungsi tertentu, sel pun memiliki "organ kecil" yang disebut organel (Kennedy, 2009). Organel memiliki fungsi tertentu. Setiap organel memiliki struktur spesifik yang mendukung fungsinya masing-masing.

Sumber:
(Kementerian Pendidikan, Kebudayaan,
Riset, dan Teknologi, 2022. Biologi
untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta
Selatan: 296 hlm)



Sumber Gambar: (Urry, et al, 2020)



Gambar 4.2 Perbedaan Sel Hewan dan Tumbuhan (Sebelum Revisi)

Keterangan: Belum ditambahkan tabel perbedaan sel hewan dan tumbuhan

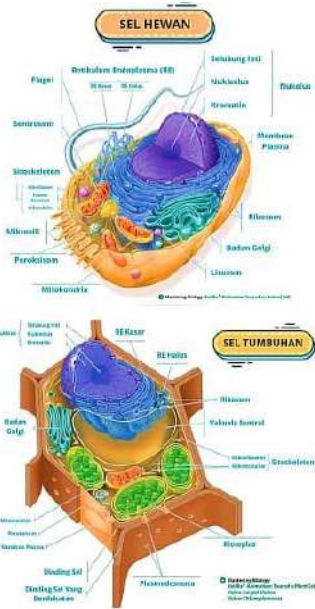
Dasar Teori

Sel merupakan unit fungsional dan struktural dasar dari suatu makhluk hidup. Sel tersusun atas bagian-bagian, yang masing-masing memiliki struktur dan fungsi yang berbeda. Sel sebagai unit hereditas makhluk hidup ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong penemuan unit-unit penurunan sifat yang terdapat dalam nukleus, yaitu kromosom. Unit/komponen struktur sel organisme yang mudah beridentifikasi ketika pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop cahaya adalah membran plasma/membran pemukaan sel, sitoplasma, dan inti sel. Membran plasma, sitoplasma, dan inti sel diketahui merupakan tiga unit utama dari struktur sel setiap organisme (Tubodeau & Patton, 2000).

Setiap sel penyusun organisme memiliki fungsi tertentu. Beberapa sel bertanggung jawab terhadap kelangsungan fungsi tubuh organisme. Spesialisasi fungsi tersebut biasanya didukung oleh struktur sel penyusunnya (Tubodeau & Patton, 2000). Semua sel penyusun organisme memiliki membran plasma, sitoplasma, dan inti sel (Tubodeau & Patton, 2000). Seperti halnya organisme yang memiliki organ-organ tubuh dan memiliki fungsi tertentu, sel pun memiliki 'organ kecil' yang disebut organel (Kennedy, 2009). Organel memiliki fungsi tertentu. Setiap organel memiliki struktur apesifik yang mendukung fungsinya masing-masing.

Sumber:

[Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Jakarta. Selatan: 296 hlm]



Sumber Gambar: (Urry, et.al, 2020)

Tabel Perbedaan Sel Hewan & Sel Tumbuhan

Tabel Perbedaan Sel Hewan dan Sel Tumbuhan		
Organel Sel	Sel Hewan	Sel Tumbuhan
Orang Sel	Tidak memiliki orang sel	Memiliki orang sel yang terdapat di dalam sel
Kloroplas	Tidak memiliki kloroplas	Memiliki kloroplas yang berperan dalam fotosintesis
Vakuola	Memiliki vakuola kecil dan banyak	Memiliki vakuola besar yang berperan dalam menyimpan air, nutrisi, dan limbah
Centriol Sel	Memiliki centriol	Centriol sama halnya dengan sel yang lain
Lisosom	Memiliki lisosom	Tidak ada. Fungsi pencernaan dilakukan oleh vakuola
Organel Sentral	Memiliki organel sentral	Memiliki organel sentral
Retikulum Endoplasma	Memiliki retikulum endoplasma	Memiliki retikulum endoplasma
Mitokondria	Memiliki mitokondria	Memiliki mitokondria
Fungsi Khusus	Sel hewan berperan dalam gerakan aktif dan respon cepat	Sel tumbuhan berperan dalam fotosintesis dan penyimpanan untuk hasil fotosintesis

Sumber: pijarsajarat



Gambar 4.3 Perbedaan Sel Hewan dan Tumbuhan (Sesudah Revisi)

Keterangan: Ditambahkan tabel perbedaan sel hewan dan tumbuhan

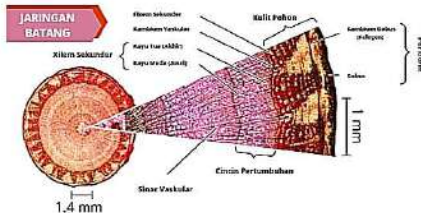
Dasar Teori

Jaringan (*tissue*) adalah kumpulan sel-sel dengan fungsi dan struktur yang sama. Suatu jaringan disatukan oleh matriks ekstraseluler lengket yang melapisi sel-sel itu atau menenun mereka bersama-sama menjadi suatu anyaman serat (Urry, et.al, 2020).

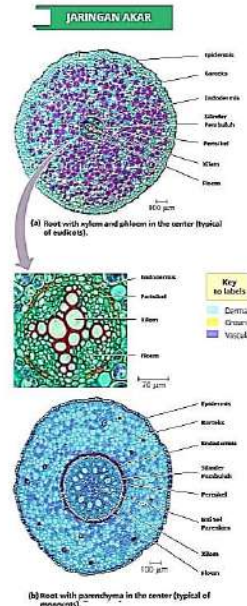
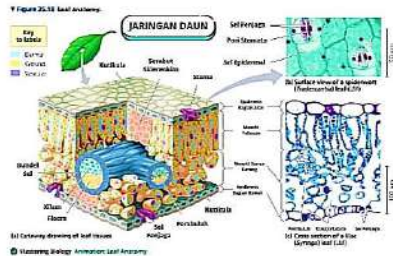
Jaringan tumbuhan dapat dibagi dua macam yaitu jaringan meristem dan jaringan dewasa. Jaringan meristem adalah jaringan yang terus menerus membelah. Jaringan meristem dapat dibagi dua macam yaitu jaringan meristem primer dan jaringan meristem sekunder. (Estili, 1995).

Sumber:

- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta Selatan: 296 him.
- Campbell, Neil A & Urry Lisa A. et.al., 2020. Biology. 12th Edition. Pearson. Education, Inc: United States of America.



Sumber Gambar : (Urry, et.al, 2020)



Sumber Gambar : (Urry, et.al, 2020)

Gambar 4.4 Teori Jaringan Tumbuhan (Sebelum Revisi)

Keterangan: Belum ditambahkan penjelasan mengenai jaringan penguat

Dasar Teori

Jaringan (*tissue*) adalah kumpulan sel-sel dengan fungsi dan struktur yang sama. Suatu jaringan disatukan oleh matriks ekstraseluler langket yang melapisi sel-sel itu atau menahan mereka bersama-sama menjadi suatu anyaman serat (Urry, et.al, 2020).

Jaringan tumbuhan dapat dibagi dua macam yaitu jaringan meristem dan jaringan dewasa. Jaringan meristem adalah jaringan yang terus menerus membelah. Jaringan meristem dapat dibagi dua macam yaitu jaringan meristem primer dan jaringan meristem sekunder. Jaringan dewasa atau jaringan permanen adalah jaringan yang bersifat non-meristematik atau tidak aktif membelah (Estili, 1995).

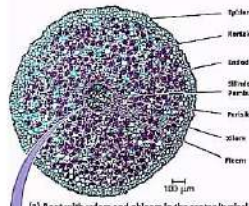
Jaringan penguat merupakan jaringan mekanik yang berfungsi memperkokoh tubuh tumbuhan. Jaringan penguat tersusun atas dua jaringan penyusun jaringan penguat, yaitu jaringan kolenkim dan sklerankim (Kimball, 2003: 113). Jaringan pengangkut pada tumbuhan terdiri atas xilem dan floem. Fungsi jaringan xylem adalah untuk mengalirkan air dan mineral dari akar ke daun. Floem berfungsi membawa makanan berupa zat organik dari suatu bagian yang lain pada tumbuhan (Kimball, 2003: 113).

Sumber:

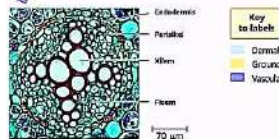
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI, Jakarta Selatan: 296 him.
- Campbell, Neil A. & Urry Lisa A. et.al., 2020. Biology. 12th Edition. Pearson. Education, Inc. United States of America.



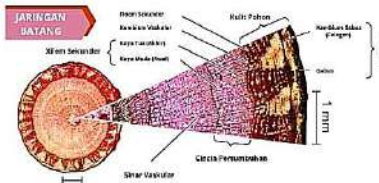
JARINGAN AKAR



(a) Root with xylem and phloem in the center (typical of eudicots)



(b) Root with paracyma in the center (typical of monocots)



Sumber Gambar : (Urry, et.al, 2020)

Mastering Biology Animation: Root Cross Sections

Gambar 4.5 Teori Jaringan Tumbuhan (Sesudah Revisi)

Keterangan: Ditambahkan penjelasan mengenai jaringan penguat

Dasar Teori



Dua jenis penggolongan darah yang paling penting adalah penggolongan AB [Klikama, 2015]. Di dunia ini sebenarnya dikenal sekitar 46 jenis antigen selain antigen ABO, hanya saja lebih jarang dijumpai. Golongan darah manusia ditentukan berdasarkan jenis antigen dan antibodi yang terandung dalam darahnya.

Individu dengan golongan darah A memiliki sel darah merah dengan antigen A di permukaan membran selnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen B dalam serum darahnya. Sehingga, orang dengan golongan darah Anegatif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah Anegatif atau O-negatif. Individu dengan golongan darah B memiliki antigen B pada permukaan sel darah merahnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen A dalam serum darahnya. Sehingga, orang dengan golongan darah Bnegatif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah Bnegatif atau O-negatif [Wahyu, 2009].

Individu dengan golongan darah AB memiliki sel darah merah dengan antigen A dan B serta tidak menghasilkan antibodi terhadap antigen A maupun B. Sehingga, orang dengan golongan darah AB-positif dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah ABO apapun dan disebut resipien universal. Namun, orang dengan golongan darah AB-positif tidak dapat mendonorkan darah kecuali pada sesama AB-positif [Wahyu, 2009].

Individu dengan golongan darah O memiliki sel darah tanpa antigen, tapi memproduksi antibodi terhadap antigen A dan B. Sehingga, orang dengan golongan darah O-negatif dapat mendonorkan darahnya kepada orang dengan golongan darah ABO apapun dan disebut donor universal. Namun, orang dengan golongan darah O-negatif hanya dapat menerima darah dari sesama O-negatif [Wahyu, 2009].



Sumber:

(Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta Selatan: 296 hlm)



Gambar 4.6 Tabel Antigen dan Antibodi (Sebelum Revisi)

Keterangan: Belum ditambahkan tabel antigen dan antibodi, serta belum mengganti gambar yang sesuai

Dasar Teori

Dua jenis penggolongan darah yang paling penting adalah penggolongan AB [Kikoma, 2015]. Di dunia ini sebenarnya dikenal sekitar 45 jenis antigen selain antigen ABO, hanya saja lebih jarang dijumpai. Golongan darah manusia ditentukan berdasarkan jenis antigen dan antibodi yang terkandung dalam darahnya.

Individu dengan golongan darah A memiliki sel darah merah dengan antigen A di permukaan membran selnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen B dalam serum darahnya. Sehingga, orang dengan golongan darah Anegetif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah Anegetif atau O-negatif. Individu dengan golongan darah B memiliki antigen B pada permukaan sel darah merahnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen A dalam serum darahnya. Sehingga, orang dengan golongan darah Bnegatif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah Bnegatif atau O-negatif [Wahyu, 2009].

Individu dengan golongan darah AB memiliki sel darah merah dengan antigen A dan B serta tidak menghasilkan antibodi terhadap antigen A maupun B. Sehingga, orang dengan golongan darah AB-positif dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah ABO apapun dan disebut resipien universal. Namun, orang dengan golongan darah AB-positif tidak dapat mendonorkan darah kecuali pada sesama AB-positif [Wahyu, 2009].

Individu dengan golongan darah O memiliki sel darah tanpa antigen, tapi memproduksi antibodi terhadap antigen A dan B. Sehingga, orang dengan golongan darah O-negatif dapat mendonorkan darahnya kepada orang dengan golongan darah ABO apapun dan disebut donor universal. Namun, orang dengan golongan darah O-negatif hanya dapat menerima darah dari sesama O-negatif [Wahyu, 2009].

Sumber:

0Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta Selatan: 296 hlm)



Tabel Hasil Uji Golongan Darah

Golongan Darah	Aklotinogen	Aglutinin	Serum Anti-A	Serum Anti-B
A	A	Anti-B	<u>Menggumpal</u>	Tidak <u>Menggumpal</u>
B	B	Anti-A	Tidak <u>Menggumpal</u>	<u>Menggumpal</u>
AB	A dan B	Tidak Ada	<u>Menggumpal</u>	<u>Menggumpal</u>
O	Tidak Ada	Anti-A dan Anti-B	<u>Tidak Menggumpal</u>	<u>Tidak Menggumpal</u>

	Kelompok A	Kelompok B	Kelompok AB	Kelompok O
Golongan sel darah merah				
Antibodi dalam plasma			Tidak	
Antigen dalam sel darah merah	Antigen A	Antigen B	Antigen A dan B	Tidak

Sumber:
colopani.manggur.com



Gambar 4.7 Tabel Antigen dan Antibodi (Sesudah Revisi)

Keterangan: Ditambahkan tabel antigen dan antibody, serta penggantian mengganti gambar yang sesuai

2. Ahli Media

Validasi oleh ahli media meliputi 4 aspek yaitu navigasi, desain visual, media, dan bahasa. Adapun saran dan masukan dari validator ahli media sebagai berikut.

- a. Cari gambar jaringan tumbuhan dengan resolusi paling jelas

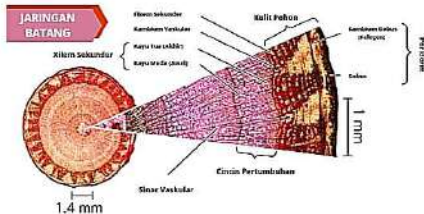
Dasar Teori

Jaringan (*tissue*) adalah kumpulan sel-sel dengan fungsi dan struktur yang sama. Suatu jaringan disatukan oleh matriks ekstraseluler lengket yang melapisi sel-sel itu atau menenun mereka bersama-sama menjadi suatu anyaman serat (Urry, et.al, 2020).

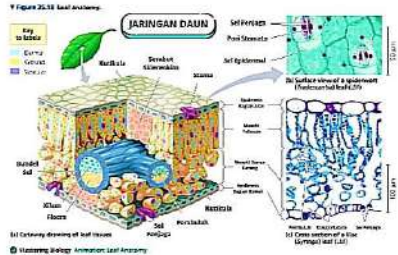
Jaringan tumbuhan dapat dibagi dua macam yaitu jaringan meristem dan jaringan dewasa. Jaringan meristem adalah jaringan yang terus menerus membelah. Jaringan meristem dapat dibagi dua macam yaitu jaringan meristem primer dari jaringan meristem sekunder, (Estiti, 1995).

Sumber:

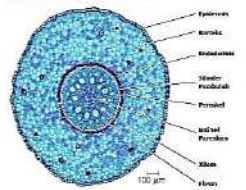
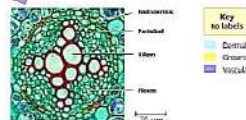
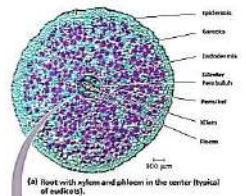
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta Selatan: 296 hlm.
- Campbell, Neil A & Urry Lisa A. et.al, 2020. Biology. 12th Edition. Pearson. Education, Inc: United States of America.



Sumber Gambar : (Urry, et.al, 2020)



JARINGAN AKAR



D Monitoring Biology Animation: Root Cross Sections



Gambar 4.8 Gambar Jaringan Tumbuhan (Sebelum Revisi)

Keterangan: Belum ditambahkan gambar jaringan tumbuhan yang jelas



Jaringan (*tissue*) adalah kumpulan sel-sel dengan fungsi dan struktur yang sama. Suatu jaringan disatukan oleh matriks ekstraseluler lengket yang melapisi sel-sel itu atau menenun mereka bersama-sama menjadi suatu anyaman serat (Urry, et al, 2020).

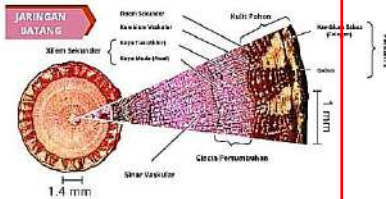
Jaringan tumbuhan dapat dibagi dua macam yaitu jaringan meristem dan jaringan dewasa. Jaringan meristem adalah jaringan yang terus menerus membelah. Jaringan meristem dapat dibagi dua macam yaitu jaringan meristem primer dan jaringan meristem sekunder. Jaringan dewasa atau jaringan permanen adalah jaringan yang bersifat non-meristematik atau tidak aktif membelah (Estli, 1995).

Jaringan penguat merupakan jaringan mekanik yang berfungsi memperkuat tubuh tumbuhan. Jaringan penguat tersusun atas dua jaringan penyusun jaringan penguat, yaitu jaringan kolenkim dan sklerenkim (Kimball, 2003: 113).

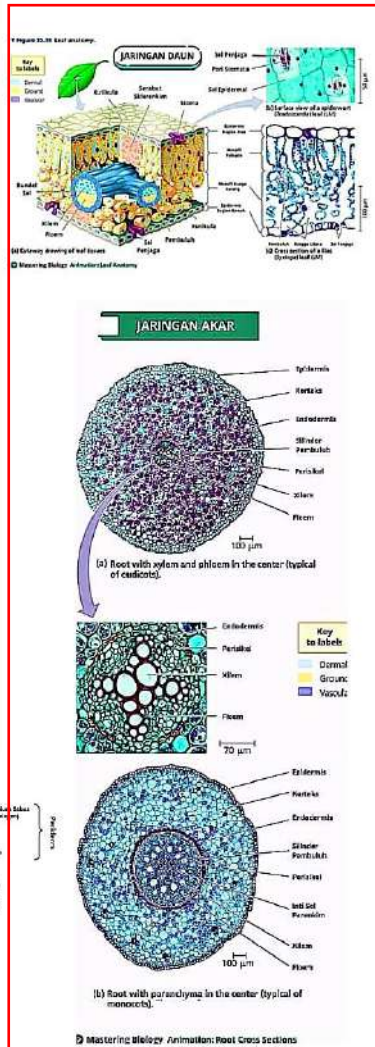
Jaringan pengangkut pada tumbuhan terdiri atas xilem dan floem. Fungsi jaringan xilem adalah untuk mengalirkan air dan mineral dari akar ke daun. Floem berfungsi membawa makanan berupa zat organik dari suatu bagian yang lain pada tumbuhan (Kimball, 2003: 113).

Sumber:

- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta Selatan: 296 hlm.
- Campbell, Neil A & Urry Lisa A. et.al., 2020. Biology. 12th Edition. Pearson. Education, Inc: United States of America.



Sumber Gambar : (Urry, et.al, 2020)



Gambar 4.9 Gambar Jaringan Tumbuhan (Sesudah Revisi)

Keterangan: Ditambahkan gambar jaringan tumbuhan yang jelas

3. Ahli KPS

Validasi oleh ahli KPS meliputi 6 aspek yaitu mengamati, perbandingan, mengklasifikasikan, pengukuran, berkomunikasi, dan menyimpulkan. Adapun saran dan masukan dari validator ahli media sebagai berikut.

- a. Tambahkan soal pada aspek mengamati → praktikum struktur dan fungsi sel
- b. Tentukan soal pada aspek berkomunikasi berbentuk lisan atau tulisan → pada semua praktikum
- c. Tambahkan soal osmosis pada aspek pengukuran → praktikum mekanisme transpor membran
- d. Hapus soal pada aspek pengukuran → praktikum uji golongan darah

Aspek Mengamati *

a. Bagaimana bentuk sel hewan yang bisa diamati?

b. Bagaimana bentuk sel tumbuhan yang bisa diamati?

Long answer text

Gambar 4.10 Soal Aspek Mengamati (Struktur Dan Fungsi Sel)
(Sebelum Revisi)

Keterangan: Belum ditambahkan soal mengenai bagian yang ditemukan pada sel tumbuhan dan hewan

Aspek Mengamati *

a. Bagaimana bentuk sel hewan dan sel tumbuhan yang bisa diamati?

b. Apa saja yang ditemukan pada sel hewan dan sel tumbuhan?

Long answer text

Gambar 4.11 Soal Aspek Mengamati (Struktur Dan Fungsi Sel)
(Sesudah Revisi)

Keterangan: Ditambahkan soal mengenai bagian yang ditemukan pada sel tumbuhan dan hewan

Aspek Berkomunikasi *

Deskripsikan hasil pengamatan yang sudah dilakukan!

Long answer text

Gambar 4.12 Soal Aspek Berkomunikasi (Semua Materi)
(Sebelum Revisi)

Keterangan: Belum digantinya soal mengenai aspek berkomunikasi pada semua materi

Aspek Berkomunikasi *

Buatlah poster dari hasil praktikum yang sudah dilakukan!

Long answer text

Gambar 4.13 Soal Aspek Berkomunikasi (Semua Materi)
(Sesudah Revisi)

Keterangan: Penggantian soal mengenai aspek berkomunikasi pada semua materi

Aspek Pengukuran *

Difusi -> Berapakah waktu yang diperlukan dalam proses perubahan warna air hingga konsentrasi zat menjadi sama/seimbang?

Long answer text

Gambar 4.14 Soal Aspek pengukuran (Mekanisme Transpor Membran) (Sebelum Revisi)

Keterangan: Belum ditambahkan soal pengukuran mengenai osmosis

Aspek Pengukuran *

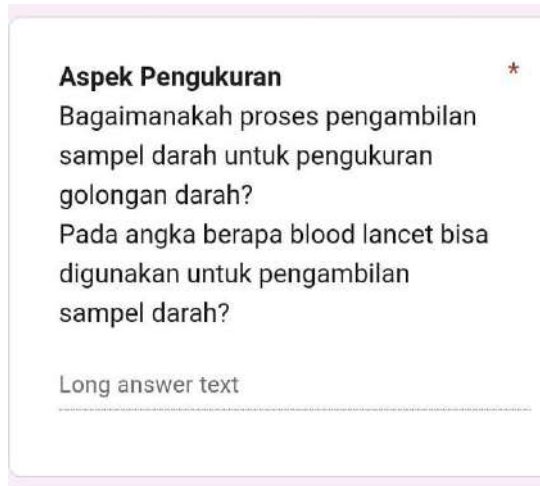
a. Difusi -> Berapakah waktu yang diperlukan dalam proses perubahan warna air hingga konsentrasi zat menjadi sama/seimbang?

b. Osmosis -> Berapakah berat kentang sebelum dan sesudah diberikan perlakuan?

Your answer

Gambar 4.15 Soal Aspek pengukuran (Mekanisme Transpor Membran) (Sesudah Revisi)

Keterangan: Ditambahkan soal pengukuran mengenai osmosis



Aspek Pengukuran *

Bagaimanakah proses pengambilan sampel darah untuk pengukuran golongan darah?

Pada angka berapa blood lancet bisa digunakan untuk pengambilan sampel darah?

Long answer text

Gambar 4.16 Soal Aspek Pengukuran (Golongan Darah)
(Sebelum Revisi)

Keterangan: Belum dihapusnya soal pengukuran mengenai golongan darah

Dihapuskan

Gambar 4.17 Soal Aspek Pengukuran (Golongan Darah)
(Sesudah Revisi)

Keterangan: Penghapusan soal pengukuran mengenai golongan darah

4. Guru Biologi

Validasi dilakukan oleh ahli lapangan yaitu guru biologi yang mengampu kelas XI.3 di MA Matholi'ul Anwar Lamongan. Penilaian meliputi 7 aspek, yaitu Isi, bahasa, desain produk, kualitas produk, penggunaan produk, kemudahan penggunaan produk, dan petunjuk praktikum. Adapun saran dan masukan dari guru biologi sebagai berikut.

- a. Tambahkan keterangan berapa konsentrasi larutan garam dan gula yang digunakan dalam praktikum osmosis, serta ganti dengan gambar yang sesuai



Difusi

- Isilah gelas beaker berukuran 200 ml dengan air hingga setengahnya (sebanyak 100 ml)
- Tuangkan sirup sebanyak 1 sendok teh ke dalam air.
- Amatilah perubahan warna air di dalam gelas beaker dan catatlah waktu yang diperlukan sampai terjadi perubahan warna secara merata.

Osmosis

- Bersihkanlah kentang dari kulitnya.
- Potonglah kentang menjadi 3 bagian.
- Ukurlah masing-masing kentang menggunakan penggaris dengan ukuran 1 cm x 1 cm x 2 cm.
- Timbanglah masing-masing berat kentang yang terlebih dahulu diserap airnya dengan menggunakan kertas saring.
- Ambillah larutan yang sudah disediakan, kemudian tuangkan pada gelas beaker.
- Berilah tanda untuk setiap gelas agar tidak tertukar antara larutan yang satu dengan yang lain.
- Masukkan potongan kentang pada masing-masing gelas yang telah diberi tanda secara bersamaan, untuk gelas A larutan gula, gelas B larutan garam, dan gelas C air.
- Rendamlah potongan kentang tersebut selama 1 jam.
- Angkatlah kemudian letakkan pada kertas agar air dapat terserap. Kemudian ukur panjang dan berat kentang tersebut dan catatlah hasilnya.

Prosedur Kerja






Gambar 4.18 Keterangan Konsentrasi Larutan (Sebelum Revisi)

Keterangan: Belum ditambahkan keterangan konsentrasi setiap larutan yang digunakan dan belum mengganti gambar yang sesuai



Difusi

- Isilah gelas beaker berukuran 200 ml dengan air hingga setengahnya (sebanyak 100 ml)
- Tuangkan sirup sebanyak 1 sendok teh ke dalam air.
- Amatilah perubahan warna air di dalam gelas beaker dan catatlah waktu yang diperlukan sampai terjadi perubahan warna secara merata.

Osmosis

- Bersihkan kentang dari kulitnya.
- Potonglah kentang menjadi 3 bagian.
- Ukurlah masing-masing kentang menggunakan penggaris dengan ukuran 1 cm x 1 cm x 2 cm.
- Timbanglah masing-masing berat kentang yang terlebih dahulu diserap airnya dengan menggunakan kertas saring.
- Ambillah larutan yang sudah disediakan, kemudian tuangkan pada gelas beaker.
- Berilah tanda untuk setiap gelas agar tidak tertukar antara larutan yang satu dengan yang lain.
- Masukkan potongan kentang pada masing-masing gelas yang telah diberi tanda secara bersamaan, untuk gelas A larutan gula 30%, gelas B larutan garam 20%, dan gelas C air.
- Rendamlah potongan kentang tersebut selama 1 jam.
- Angkatlah kemudian letakkan pada kertas agar air dapat terserap. Kemudian ukur panjang dan berat kentang tersebut dan catatlah hasilnya.

Prosedur Kerja



Gambar 4.19 Keterangan Konsentrasi Larutan (Sesudah Revisi)

Keterangan: Ditambahkan keterangan konsentrasi setiap larutan yang digunakan dan sudah mengganti gambar yang sesuai

D. Pembahasan

1. Deskripsi Produk

Platform yang dikembangkan pada penelitian ini yaitu petunjuk praktikum biologi berupa website yang didesain untuk mengasah KPS dasar siswa (Susanti, 2018). KPS dasar memiliki 6 aspek, yaitu mengamati, perbandingan, mengklasifikasikan, pengukuran, berkomunikasi, dan menyimpulkan. Terintegrasinya berbagai perangkat pembelajaran memungkinkan peningkatan pembelajaran siswa sehingga guru tidak perlu menghabiskan banyak waktu untuk membuat perangkat pembelajaran yang cenderung membutuhkan waktu yang lama. Peneliti membuat perangkat pembelajaran baru ini berdasarkan observasi dan literatur terkait praktikum di MA Matholi`ul Anwar Lamongan yang masih minim. Media juga bisa diterapkan untuk menghemat waktu dan biaya. Hal ini menjawab tantangan dan keterbatasan praktikum yang disampaikan oleh (Siburian et al., 2017) dan (Rahmah et al., 2021).

Produk yang dikembangkan oleh peneliti bertujuan untuk memenuhi

kebutuhan dan keinginan siswa selama pembelajaran biologi terutama yang berkaitan dengan praktikum. Tujuan pengembangan produk ini adalah agar siswa bisa memperoleh pengetahuan baru, praktik maupun perubahan sikap yang dapat dilihat dari hasil belajar mereka. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Sudjana (2017) menyatakan bahwa media yang digunakan selama proses pembelajaran harus menarik perhatian siswa untuk meningkatkan motivasi belajar, dapat menambah pemahaman dan memungkinkan siswa dalam menguasai tujuan pengajaran lebih baik.

Penelitian yang dilakukan oleh Ardianto & Rubini (2016) menyatakan bahwa hasil uji skala kecil kepada siswa menunjukkan skor sangat baik dari semua aspek dengan persentase sebesar 88,33%. Respon atau tanggapan siswa juga menunjukkan bahwa mereka tertarik dan suka dengan website yang dikembangkan untuk menambah ilmu pengetahuan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fauziyah (2020) bahwa media yang dikembangkan harus meningkatkan keinginan

siswa untuk belajar, menumbuhkan minat baru, dan merangsang pemikiran kritis.

Tampilan visual produk yang dikembangkan untuk pembelajaran melalui internet sangat penting, dimulai dari segi pemilihan warna, jenis *font*, dan ukuran *font* untuk menuntut motivasi, minat, dan kemampuan membaca secara aktif dan kreatif dari para siswa. Huruf/*font* adalah salah satu elemen penting yang harus ada dalam sebuah desain terutama dalam produk multimedia seperti film, animasi, game dan beberapa produk lainnya yang seringkali membutuhkan desain *font* atau *typeface* khusus dengan tujuan untuk membranding produk tersebut. Seperti judul dalam sebuah game, tulisan dalam sebuah website yang mengutamakan gambar dalam penyampaian informasi juga masih membutuhkan huruf di dalamnya (Rinjani et al., 2022). Selain itu, tampilan visual sebuah *platform* pembelajaran berbasis internet adalah alat yang paling efektif untuk mengatur suasana, mengkomunikasikan konsep penting, dan menarik perhatian dari para siswa dikarenakan kebanyakan orang tidak mau

mengaksesnya jika tampilan terlihat tidak menarik (Oetomo, 2002).

Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Primasari et al (2014) dan Susanti (2018), Primasari et al (2014) dalam penelitiannya mengatakan bahwa media pembelajaran membantu guru menjelaskan pesan yang ingin disampaikan seperti penggunaan gambar atau ilustrasi dan video pembelajaran. Media juga berfungsi sebagai alat bantu mengajar, membantu siswa belajar, menarik perhatian, mengaktifkan indera, dan menghidupkan kembali dunia nyata.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Susanti (2018) dengan judul “Pengembangan Penuntun Praktikum Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Struktur Tumbuhan Untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI MAN 2 Bandar Lampung” menunjukkan bahwa penuntun praktikum berbasis pendekatan saintifik materi struktur tumbuhan yang ditujukan untuk memberdayakan keterampilan proses sains dikatakan sangat layak untuk menunjang pembelajaran kegiatan praktikum di sekolah.

Pengembangan produk ini ditujukan untuk menunjang pembelajaran siswa sesuai tuntutan perkembangan zaman yang semakin modern terutama pada bidang teknologi informasi dan komunikasi di bidang pendidikan. Pernyataan tersebut dibuktikan dengan hasil validasi ahli media yang menunjukkan skala sangat layak (83,2%). Dibandingkan praktikum secara langsung, website ini memiliki kelebihan lain dari segi fleksibilitasnya yang dapat digunakan dimana saja dan kapan saja asalkan memiliki koneksi internet yang stabil. Pernyataan ini dibuktikan dengan hasil penilaian guru biologi pada yang menunjukkan skor rata-rata 97,5% (sangat layak). Fleksibilitas inilah yang menjadikan website sebagai perangkat penunjang pembelajaran siswa baik di kelas maupun belajar mandiri di rumah yang dapat meningkatkan kemampuan literasi siswa (Muyasaroh et al., 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Sari & Setiawan (2018) menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis website berpotensi untuk meningkatkan hasil belajar siswa di

sekolah. Indikator tersebut dapat diketahui dari tingkat efektifitas pembelajaran. Pembelajaran dinilai efektif jika bisa memenuhi capaian pembelajaran. Dari hasil uji yang dilakukan menunjukkan bahwa media telah disajikan sesuai dengan indikator dan capaian pembelajaran. Media ini disusun berdasarkan capaian pembelajaran fase F. Hal ini ditunjukkan oleh temuan validasi ahli terkait kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran yang menunjukkan nilai 83,2% (sangat layak) untuk skor validator ahli media, 81,3% (sangat layak) untuk skor validator ahli materi, 80% (layak) untuk skor validator ahli KPS, dan 97,5% (sangat layak) untuk skor dari guru biologi yang menandakan bahwa media sudah berada dalam kategori sangat layak untuk dapat digunakan sebagai penunjang pembelajaran biologi pada tingkatan tersebut.

Selama kurang lebih dua tahun Indonesia dihadapkan dengan situasi pandemi Covid19 yang mengharuskan hampir semua kegiatan dilakukan dari rumah termasuk dalam aspek pendidikan, berbagai *platform* diciptakan sebagai media pembelajaran yang dapat

dimanfaatkan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran, salah satunya adalah media pembelajaran berbasis aplikasi Canva yang memuat salah satu fitur yang bisa digunakan untuk media pembelajaran yaitu *Canva for Education* yang mulai dikembangkan pada tahun 2021 untuk menghadapi tantangan situasi pandemi Covid-19.

Canva merupakan *platform* daring desain grafis untuk memudahkan penggunaanya dalam mendesain atau merancang berbagai desain kreatif seperti poster, info grafis, hingga presentasi. Canva menjadi aplikasi populer yang banyak digunakan baik dari kalangan umum maupun instansi pendidikan untuk mendesain dan bahkan memiliki fitur untuk menunjang bidang pendidikan (Saza, 2023).

Fitur *Canva for Education* tidak hanya dimanfaatkan untuk pembelajaran jarak jauh, namun aplikasi ini juga bisa dimanfaatkan untuk pembelajaran di dalam kelas. Canva menyediakan berbagai macam media yang dapat diakses, seperti membuat resume, poster, slide presentasi, pamflet, dan lain-lain. Canva memiliki fitur untuk pengguna umum

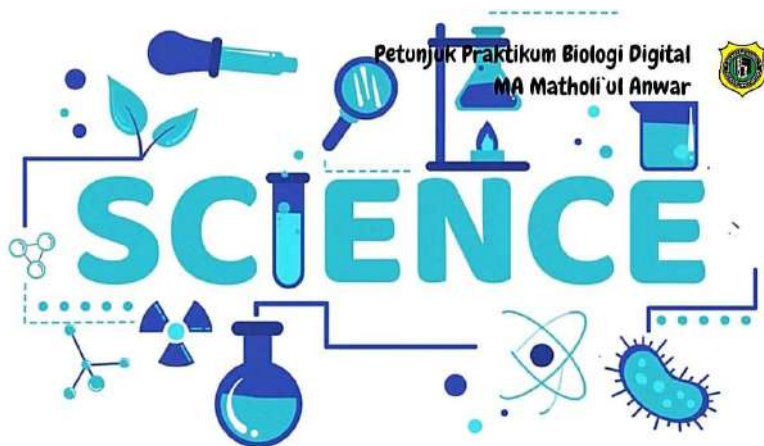
atau pengguna untuk pendidikan yang disediakan Canva secara gratis tanpa harus berlangganan dan bayar, namun terdapat fitur yang mengharuskan untuk berlangganan dan membayar (Saza, 2023).

Petunjuk praktikum biologi digital ini bisa dijalankan pada perangkat gadget, laptop, ataupun komputer. Syarat menggunakan petunjuk praktikum digital ini yaitu harus terhubung atau terkoneksi dengan internet. Siswa hanya perlu membuka atau mengakses *link* yang tersedia. Terdapat berbagai menu dalam website ini seperti menu *home* yang berisi halaman atau tampilan utama ketika pertama kali masuk *link* website. Kemudian terdapat menu materi yang berisi 4 materi biologi SMA kelas XI semester gasal, seperti struktur dan fungsi sel, mekanisme transpor membran, jaringan hewan dan tumbuhan, serta golongan darah.

Selanjutnya menu praktikum berisi tujuan praktikum untuk mengetahui apa yang akan kita capai setelah praktikum. Dasar teori yang dilengkapi dengan gambar pendukung beserta referensinya. Alat dan bahan yang

diperlukan selama praktikum. Prosedur kerja yang dilengkapi dengan video tutorial atau tahapan pelaksanaan praktikum secara jelas dan runtut. Hasil pengamatan yang dilengkapi animasi 3D dan *game* sebagai penunjang keberhasilan pembelajaran, serta *link google form* yang digunakan untuk mengunggah hasil praktikum yang sudah dilakukan. Soal evaluasi bermuatan KPS dasar berisi 6 butir soal yang ditujukan untuk mengasah KPS dasar siswa, serta profil pengembang produk. Kemudian di bagian bawah atau *footer* terdapat 3 *icon*, yaitu *icon home*, *back*, dan *next*. *Icon home* berfungsi untuk kembali ke menu utama. Sementara *icon back* berfungsi untuk kembali ke halaman sebelumnya, dan *icon next* berfungsi untuk lanjut ke halaman setelahnya.

Berikut adalah tampilan hasil produk akhir yang telah divalidasi oleh ahli dan diujikan ke guru dan siswa.



Gambar 4.20 Desain Halaman Home (Tampilan Utama)



Gambar 4.21 Desain Halaman Menu Materi Praktikum



Gambar 4.22 Desain Halaman Prosedur Kerja dan K3 Laboratorium



Gambar 4.23 Desain Halaman Pengenalan Materi Praktikum 1

Kegiatan Praktikum 1



Tujuan



Dasar Teori



Alat & Bahan



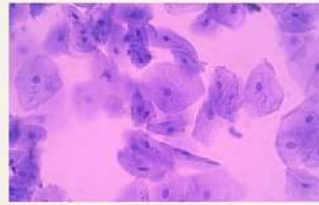
Prosedur
Kerja



Hasil
Pengamatan



Evaluasi



Deskripsi

- Kelas/Semester : XI/I
- Materi Pembelajaran : Struktur Sel dan Fungsinya (Sel Hewan dan Sel Tumbuhan)
- Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (2 JP)



Gambar 4.24 Desain Halaman Menu Praktikum 1

Tujuan Praktikum

- Mengamati sel hewan dan sel tumbuhan.
- Mengetahui perbedaan sel hewan dan sel tumbuhan.



Gambar 4.25 Desain Halaman Tujuan Praktikum 1

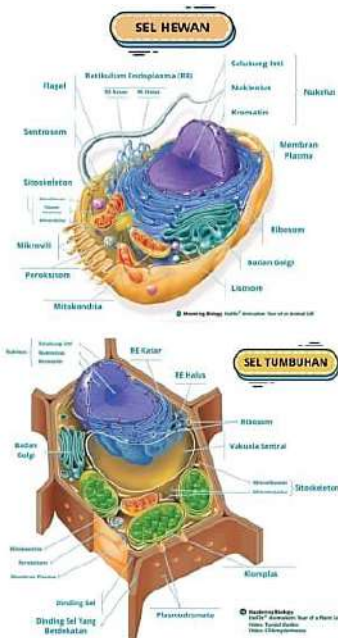
Dasar Teori

Sel merupakan unit fungsional dan struktural dasar dari suatu makhluk hidup. Sel tersusun atas bagian-bagian, yang masing-masing memiliki struktur dan fungsi yang berbeda. Sel sebagai unit hereditas makhluk hidup ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong penemuan unit-unit penurunan sifat yang terdapat dalam sel, yaitu kromosom. Unit/komponen struktur sel organisme yang mudah diidentifikasi ketika pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop cahaya adalah membran plasma/membran permukaan sel, sitoplasma, dan inti sel. Membran plasma, sitoplasma, dan inti sel diketahui merupakan tiga unit utama dari struktur sel setiap organisme (Thibodeau & Patton, 2000).

Setiap sel penyusun organisme memiliki fungsi tertentu. Beberapa sel bertanggung jawab terhadap kelangsungan fungsi tubuh organisme. Spesialisasi fungsi tersebut biasanya didukung oleh struktur sel penyusunnya (Thibodeau & Patton, 2000). Semua sel penyusun organisme memiliki membran plasma, sitoplasma, dan inti sel (Thibodeau & Patton, 2000). Seperti halnya organisme yang memiliki organ-organ tubuh dan memiliki fungsi tertentu, sel pun memiliki "organ kecil" yang disebut organel (Hennedy, 2009). Organel memiliki fungsi tertentu. Setiap organel memiliki struktur spesifik yang mendukung fungsinya masing-masing.

Sumber:

(Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI, Jakarta Selatan: 293 hlm)



Sumber Gambar (Urry, et.al, 2020)

Tabel Perbedaan Sel Hewan & Sel Tumbuhan

Tabel Perbedaan Sel Hewan dan Sel Tumbuhan		
Organel Sel	Sel Hewan	Sel Tumbuhan
Dinding Sel	Tidak memiliki dinding sel	Memiliki dinding sel yang terbuat dari selulosa
Kloroplas	Tidak memiliki kloroplas	Memiliki kloroplas yang berperan dalam fotosintesis
Vakuola	Memiliki vakuola kecil atau tidak ada	Memiliki vakuola besar yang berfungsi untuk menyimpan air, nutrisi, dan limbah
Bentuk Sel	Lebih bervariasi	Consisteng sama karena dinding sel yang kaku
Lisosom	Memiliki lisosom	Tidak ada, fungsi pencernaan dilakukan oleh vakuola
Organel Centrif	Hakisan terdapat di pusat sel	Hakisan terdapat di tepi sel
Retikulum Endoplasma	Memiliki RE halus dan kasar	RE halus lebih banyak daripada RE kasar
Mitokondria	Mitokondria cenderung lebih kecil	Mitokondria cenderung lebih besar
Fungsi Khusus	Sel hewan berperan dalam gerak aktif dan respon imun	Sel tumbuhan berperan dalam fotosintesis dan penyimpanan nutrisi dalam bentuk pati

Sumber: pijarbelajar.id



Gambar 4.26 Desain Halaman Dasar Teori Praktikum 1



Gambar 4.27 Desain Halaman Alat & Bahan Praktikum 1



Gambar 4.28 Desain Halaman Prosedur Kerja Praktikum 1



Gambar 4.29 Desain Halaman Hasil Pengamatan Praktikum 1



Gambar 4.30 Desain Halaman Evaluasi Praktikum 1

Mekanisme Transpor Membran

LEARN NOW



FOR YOUR
INFORMATION

Mekanisme transport pada membran sel adalah proses masuknya molekul melewati membran sel.



Gambar 4.31 Desain Halaman Pengenalan Materi Praktikum 2

Kegiatan Praktikum 2



Deskripsi

- Kelas/Semester : XI/1
- Materi Pembelajaran : Mekanisme Transport Membran (Difusi dan Osmosis)
- Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (2 JP)



Tujuan



Dasar Teori



Alat & Bahan



Prosedur Kerja



Hasil Pengamatan



Evaluasi

Gambar 4.32 Desain Halaman Menu Praktikum 2

Tujuan Praktikum



- Mengetahul proses terjadinya proses difusi dan osmosis.
- Mengetahul perbedaan proses difusi dan osmosis.



Gambar 4.33 Desain Halaman Tujuan Praktikum 2

Dasar Teori

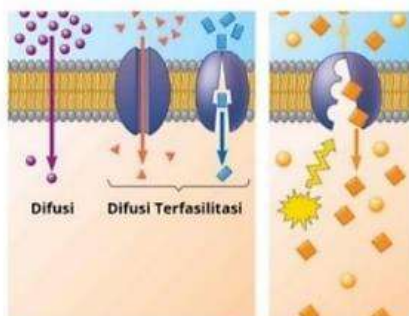
Pergerakan zat yang berupa molekul kecil dan ion dari dalam sel ke luar sel atau sebaliknya terjadi melalui membran plasma. Terdapat dua cara utama agar zat dapat bergerak melintasi membran plasma. Sifat pergerakan zat tersebut dibedakan berdasarkan penggunaan energi sel (Jones et al., 2007; Kennedy et al., 2009; Thibodeau & Patton, 2000; Morgan & Carter, 2005).

Pergerakan molekul air terjadi karena gerak acak molekul serta kondisi larutan yang konsentrasi larutannya lebih encer menuju larutan yang konsentrasinya lebih pekat. Pergerakan molekul air melalui membran semi permeabel itulah yang disebut dikenal sebagai proses osmosis. Osmosis dikenal sebagai proses yang terjadi di tingkat seluler dalam organisasi makhluk hidup. Perbedaan konsentrasi zat terlarut di dalam dan di luar sel menyebabkan perbedaan osmolaritas. Osmolaritas menggambarkan konsentrasi total zat terlarut dalam suatu larutan.

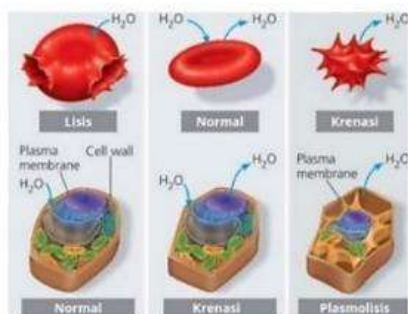
Sementara difusi merupakan pergerakan zat (selain air) melintasi membran dari konsentrasi yang tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah (Morgan & Carter, 2005; Kennedy et al., 2009). Difusi merupakan pergerakan partikel zat apa pun sehingga menyebar ke ruang yang tersedia. Setiap molekul bergerak secara acak, namun difusi populasi molekul mungkin terarah. Difusi suatu zat melintasi membran biologis disebut transpor pasif karena tidak memerlukan energi (Urry, et.al, 2020)

Sumber:

- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta Selatan: 296 hlm.
- Campbell, Neil A & Urry Lisa A. et.al., 2020. Biology. 12th Edition. Pearson Education, Inc: United States of America.



Sumber Gambar Difusi: (Urry, et.al, 2020)



Sumber Gambar Osmosis: (Urry, et.al, 2020)



Gambar 4.34 Desain Halaman Dasar Teori Praktikum 2



Gambar 4.35 Desain Halaman Alat & Bahan Praktikum 2



Prosedur Kerja



Difusi

- Isilah gelas beaker berukuran 200 ml dengan air hingga setengahnya (sebanyak 100 ml)
- Tuangkan sirup sebanyak 1 sendok teh ke dalam air.
- Amatilah perubahan warna air di dalam gelas beaker dan catatlah waktu yang diperlukan sampai terjadi perubahan warna secara merata.



Osmosis

- Bersihkan kentang dari kulitnya.
- Potonglah kentang menjadi 3 bagian.
- Ukurlah masing-masing kentang menggunakan penggaris dengan ukuran 1 cm x 1 cm x 2 cm.
- Timbanglah masing-masing berat kentang yang terlebih dahulu diserap airnya dengan menggunakan kertas saring.
- Ambillah larutan yang sudah disediakan, kemudian tuangkan pada gelas beaker.
- Berilah tanda untuk setiap gelas agar tidak tertukar antara larutan yang satu dengan yang lain.
- Masukkan potongan kentang pada masing-masing gelas yang telah diberi tanda secara bersamaan, untuk gelas A larutan gula 30%, gelas B larutan garam 20%, dan gelas C air.
- Rendamlah potongan kentang tersebut selama 1 jam.
- Angkatlah kemudian letakkan pada kertas agar air dapat terserap. Kemudian ukur panjang dan berat kentang tersebut dan catatlah hasilnya.



Gambar 4.36 Desain Halaman Prosedur Kerja Praktikum 2



umber Animasi: Skecthfab.com

Hasil Pengamatan

Siswa diharapkan melakukan pengamatan proses difusi (sebelum dan sesudah diberi perlakuan) dan proses osmosis (sebelum dan sesudah diberi perlakuan). Kemudian hasil pengamatan diunggah pada link berikut ini :

<https://forms.gle/cWvdu7kEUeab3Xxf6>



Game



Klik/Scan



Gambar 4.37 Desain Halaman Hasil Pengamatan Praktikum 2



Gambar 4.38 Desain Halaman Evaluasi Praktikum 2



Gambar 4.39 Desain Halaman Pengenalan Materi Praktikum 3

Kegiatan Praktikum 3



LEARN MORE

Deskripsi

- Kelas/Semester : XI/I
- Materi Pembelajaran : Struktur Dan Fungsi Jaringan Hewan Dan Tumbuhan
- Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (2 JP)



Tujuan



Dasar Teori



Alat & Bahan



Prosedur Kerja



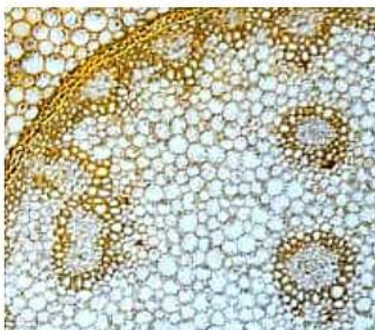
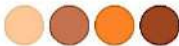
Hasil Pengamatan



Evaluasi



Gambar 4.40 Desain Halaman Menu Praktikum 3



Tujuan Praktikum

- Mengamati dan membandingkan anatomi akar, batang, dan daun pada tumbuhan monokotil dan dikotil.
- Mengamati berbagai macam jaringan pada hewan atau manusia.

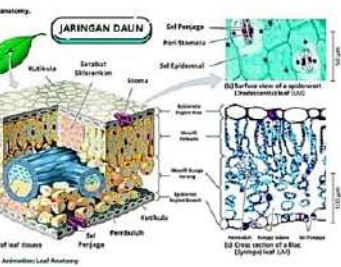


Gambar 4.41 Desain Halaman Tujuan Praktikum 3

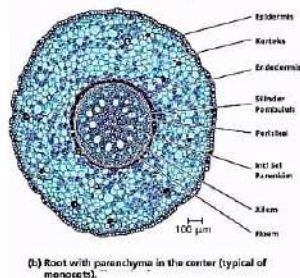
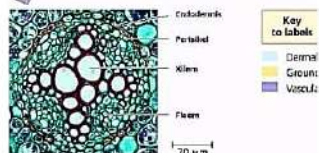
Jaringan penguat merupakan jaringan mekanik yang berfungsi memperkuat tubuh tumbuhan. Jaringan penguat tersusun atas dua jaringan penyusun jaringan penguat, yaitu jaringan kolenkim dan sklerenkim (Kimbali, 2003: 113).

Jaringan pengangkut pada tumbuhan terdiri atas xilem dan floem. Fungsi jaringan xilem adalah untuk mengalirkan air dan mineral dari akar ke daun. Floem berfungsi membawa makanan berupa zat organik dari suatu bagian yang lain pada tumbuhan (Kimbali, 2003: 113).

- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta Selatan: 296 hlm.
- Campbell, Neil A & Urry Lisa A. et.al. 2020. Biology. 12th Edition. Pearson Education, Inc: United States of America.



(a) Root with xylem and phloem in the center (typical of dicots).



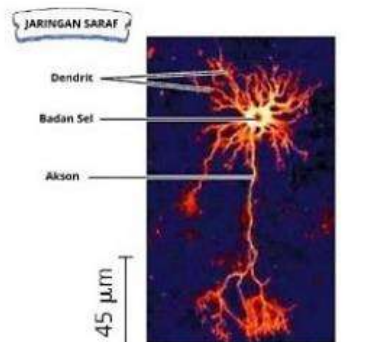
D Mastering Biology Animation: Root Cross Sections



Dasar Teori

Tubuh hewan terdiri atas jaringan-jaringan atau sekelompok sel yang mempunyai struktur dan fungsi yang sama. Pada saat perkembangan embrio, jaringan muda (*germ layers*) berdiferensiasi dan spesialisasi menjadi empat macam jaringan dasar, yaitu: jaringan epitel, jaringan ikat jaringan otot, dan jaringan saraf (Waluyo, 2006 : 35).

Sumber:
(Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta Selatan: 296 hlm.)



Sumber Gambar : (Urry, et.al, 2020)



Gambar 4.42 Desain Halaman Dasar Teori Praktikum 3



Gambar 4.43 Desain Halaman Alat & Bahan Praktikum 3



Gambar 4.44 Desain Halaman Prosedur Kerja Praktikum 3



Gambar 4.45 Desain Halaman Hasil Pengamatan Praktikum 3



Gambar 4.46 Desain Halaman Evaluasi Praktikum 3



PRAKTIKUM

Uji Golongan Darah

FOR YOUR INFORMATION

GOLONGAN DARAH

Golongan darah adalah ciri khusus darah dari suatu individu karena adanya perbedaan jenis karbohidrat dan protein pada permukaan membran sel darah merah

LET'S GO

LEARN NOW



Gambar 4.47 Desain Halaman Pengenalan Materi Praktikum 4

Kegiatan Praktikum 4



Tujuan



Dasar Teori



Alat & Bahan



Prosedur Kerja



Hasil Pengamatan



Evaluasi








Deskripsi

- Kelas/Semester : XII/1
- Materi Pembelajaran : Uji Golongan Darah Sistem ABO dan Rhesus
- Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (2 JP)



Gambar 4.48 Desain Halaman Menu Praktikum 4



Tujuan Praktikum

Mengetahui berbagai macam golongan darah pada manusia



Gambar 4.49 Desain Halaman Tujuan Praktikum 4

Dasar Teori



Dua jenis penggolongan darah yang paling penting adalah penggolongan AB [Kikksma, 2015]. Di dunia ini sebenarnya dikenal sekitar 46 jenis antigen selain antigen ABO, hanya saja lebih jarang dijumpai. Golongan darah manusia ditentukan berdasarkan jenis antigen dan antibodi yang terkandung dalam darahnya.

Individu dengan golongan darah A memiliki sel darah merah dengan antigen A di permukaan membran selnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen B dalam serum darahnya. Sehingga, orang dengan golongan darah Anegetif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah Anegetif atau O-negatif. Individu dengan golongan darah B memiliki antigen B pada permukaan sel darah merahnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen A dalam serum darahnya. Sehingga, orang dengan golongan darah Bnegetif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah Bnegetif atau O-negatif [Wahyu, 2009].

Individu dengan golongan darah AB memiliki sel darah merah dengan antigen A dan B serta tidak menghasilkan antibodi terhadap antigen A maupun B. Sehingga, orang dengan golongan darah AB-positif dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah ABO apapun dan disebut resipien universal. Namun, orang dengan golongan darah AB-positif tidak dapat mendonorkan darah kecuali pada sesama AB-positif [Wahyu, 2009].

Individu dengan golongan darah O memiliki sel darah tanpa antigen, tapi memproduksi antibodi terhadap antigen A dan B. Sehingga, orang dengan golongan darah O-negatif dapat mendonorkan darahnya kepada orang dengan golongan darah ABO apapun dan disebut donor universal. Namun, orang dengan golongan darah O-negatif hanya dapat menerima darah dari sesama O-negatif [Wahyu, 2009].

Sumber:

(Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2022. Biologi untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta Selatan: 296 hlm)



Tabel Hasil Uji Golongan Darah

Golongan Darah	Aglutinozen	Aglutinin	Serum Anti-A	Serum Anti-B
A	A	Anti-B	Menggumpal	Tidak Menggumpal
B	B	Anti-A	Tidak Menggumpal	Menggumpal
AB	A dan B	Tidak Ada	Menggumpal	
O	Tidak Ada	Anti-A dan Anti-B	Tidak Menggumpal	

	Kelompok A	Kelompok B	Kelompok AB	Kelompok O
Golongan sel darah merah				
Antibodi dalam plasma			Tidak	
Antigen dalam sel darah merah				Tidak

Sumber:

<https://www.researchgate.net/publication/351111111>



Gambar 4.50 Desain Halaman Dasar Teori Praktikum 4



Gambar 4.51 Desain Halaman Alat & Bahan Praktikum 4

Prosedur Kerja

- Siapkan 4 kaca objek dan blood lancet yang sudah dibersihkan dengan alkohol 70%. Setiap anak harus menggunakan kaca objek dan blood lancet yang berbeda, tidak boleh dipakai secara bergantian.
- Bersihkan salah satu jari dengan kapas yang sebelumnya sudah dibasahi dengan alkohol 70%.
- Tusuklah ujung jari tersebut dengan menggunakan blood lancet, pijat-pijat ujung jari agar darah mudah keluar.
- Teteskan darah pada masing-masing kaca objek.
- Bersihkan lagi ujung jari bekas tusukan dengan alkohol 70%, agar tidak terkena infeksi.
- Teteskan 1 tetes serum anti-A, anti-B, anti-AB, dan anti-D (anti-Rho) pada masing-masing tetesan darah.
- Aduk darah yang bercampur serum dengan menggunakan tusuk gigi yang masing-masing berbeda, agar tidak tercampur.
- Amatilah dengan cermat, perhatikan ada atau tidaknya penggumpalan/aglutinasi.
- Tentukan tipe golongan darah berdasarkan hasil analisis reaksi penggumpalan. Catat datanya kedalam tabel.
- Setelah praktikum selesai, bersihkan kaca objek dengan sabun, bilaslah dengan air bersih, dan rendam di dalam air panas agar steril.

Gambar 4.52 Desain Halaman Prosedur Kerja Praktikum 4



Hasil Pengamatan

Siswa diharapkan melakukan pengamatan pada sampel darah sebelum dan sesudah diberi perlakuan penambahan serum Anti-A, Anti-B, Anti-AB, dan Anti-D. Kemudian hasil pengamatan diunggah pada link berikut ini :

<https://forms.gle/UD2MEt2Gqtq2hkvr5>



Game



Klik/Scan



Gambar 4.53 Desain Halaman Hasil Pengamatan Praktikum 4



EVALUASI



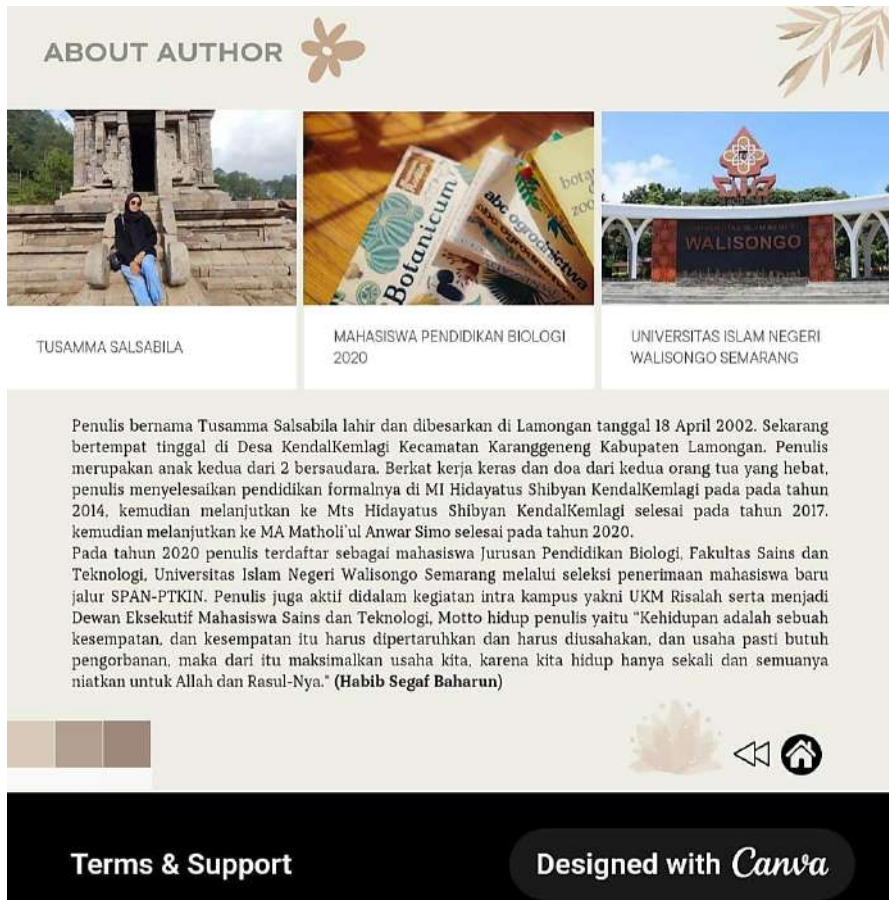
<https://forms.gle/gSVLXxEHuofSuFyX6>



GOOD LUCK



Gambar 4.54 Desain Halaman Evaluasi Praktikum 4



Gambar 4.55 Desain Halaman Profil Pengembang Produk

2. Prosedur Penggunaan

- Klik website petunjuk praktikum biologi digital melalui *link* berikut.

<https://bit.ly/PetunjukPraktikumBiologiDigitalSMAKelasXISemeterGasal>



- b. Jika proses mengakses website sudah selesai dan muncul tampilan awal website, pengguna dapat menggunakan website tersebut secara gratis.

3. Kelebihan Produk

Sebagai perangkat pembelajaran pada umumnya, pembelajaran berbasis digital atau website memiliki beberapa kelebihan, yakni (Hendra et al., 2023).

1. Memungkinkan setiap orang dimana saja dan kapan saja untuk mempelajari apapun.
2. Pembelajaran berbasis website membuat pembelajaran menjadi bersifat individual, sehingga siswa dapat belajar sesuai dengan karakteristik dan langkah dirinya sendiri.
3. Kemampuan untuk membuat tautan (*link*), sehingga siswa dapat mengakses informasi dari berbagai sumber, baik di dalam maupun di luar kelas.

4. Sangat potensial atau cocok sebagai sumber belajar bagi siswa yang tidak memiliki waktu yang cukup untuk belajar.
5. Dapat mendorong siswa untuk berpartisipasi lebih aktif dan mandiri dalam proses belajar.
6. Menyediakan sumber pembelajaran tambahan yang dapat digunakan untuk memperkaya materi pembelajaran.

4. Kekurangan Produk

Selain memiliki kelebihan, pembelajaran berbasis digital (website) tentunya juga memiliki beberapa kekurangan, yakni (Hendra et al., 2023).

- a. Keberhasilan pembelajaran berbasis website bergantung pada kemampuan dan keinginan dari pribadi siswa.
- b. Siswa sering menghadapi masalah untuk mendapatkan akses ke pembelajaran online.
- c. Kurangnya peralatan dan *bandwith* yang cukup untuk mengakses informasi dapat membuat siswa merasa bosan dan jenuh.

- d. Siswa terkadang merasa terisolasi, terutama jika ada keterbatasan dalam fasilitas komunikasi.

E. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam pengembangan petunjuk praktikum biologi digital SMA kelas XI semester gasal untuk mengasah keterampilan proses sains dasar siswa mencakup beberapa hal, diantaranya yaitu:

- a. Tahap penelitian ini hanya sampai pada tahapan *develop* tidak sampai tahapan *disseminate* atau penyebaran, hal ini dikarenakan adanya keterbatasan penelitian.
- b. Konten di situs website ini terbatas pada materi biologi yang dipelajari siswa SMA kelas XI selama semester gasal.
- c. Media yang dikembangkan peneliti masih membutuhkan adanya koneksi internet untuk mengaksesnya.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian pengembangan untuk menghasilkan produk petunjuk praktikum biologi digital SMA kelas XI semester gasal untuk mengasah keterampilan proses sains dasar siswa berupa situs website telah dikembangkan oleh peneliti sebagai perangkat penunjang pembelajaran siswa kelas XI MIPA. Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Penelitian pengembangan petunjuk praktikum biologi digital SMA materi kelas XI semester gasal dikembangkan dengan model penelitian 4D. Karakteristik produk yang dikembangkan terdiri dari beberapa menu diantaranya, menu *home*, materi pada website memuat materi praktikum (struktur dan fungsi sel, mekanisme transpor membran, jaringan hewan dan tumbuhan, serta golongan darah) yang terdiri dari pengenalan materi, tujuan praktikum, dasar teori, alat dan bahan, prosedur kerja, hasil pengamatan, soal evaluasi, serta profil pengembang website. Website dapat diakses secara gratis dan bebas di internet melalui

laman

<https://bit.ly/PetunjukPraktikumBiologiDigitalSMAKelasXISemeterGasal>

2. Kriteria kelayakan produk berdasarkan pada hasil penilaian validator diantaranya oleh ahli materi, ahli media, ahli keterampilan proses sains (KPS). Website dinyatakan sangat valid dan sangat layak untuk diterapkan dalam pembelajaran biologi siswa kelas XI MIPA. Hal ini dibuktikan dari hasil validasi ahli materi 81,3% dalam kategori sangat layak, ahli media 83,2% dalam kategori sangat layak, ahli KPS 80% dalam kategori layak. Selanjutnya kriteria kelayakan didasarkan hasil tanggapan guru dan peserta didik.guru biologi 97,5% dalam kategori sangat layak, serta uji skala kecil 88,36% dalam kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa produk petunjuk praktikum biologi digital SMA kelas XI semester gasal untuk mengasah keterampilan proses sains dasar siswa masuk dalam kategori sangat layak dan sangat valid sehingga bisa dijadikan sebagai pendukung pembelajaran biologi.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Berdasarkan hasil pengembangan dan hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti, saran yang bisa diberikan yaitu.

1. Hasil pengembangan petunjuk praktikum biologi digital berupa website diharapkan bisa ditingkatkan lagi untuk materi di kelas XI semester genap, serta kelas X dan kelas XII yang disesuaikan dengan kurikulum terbaru.
2. Kritik, saran atau umpan balik, dan perbaikan dalam pengembangan situs website dibutuhkan untuk penelitian lebih lanjut guna menguji tingkat keefektifan produk dalam melatih keterampilan proses sains dasar siswa.
3. Siswa bisa memanfaatkan media belajar untuk meningkatkan pemahaman mereka terkait materi biologi yang dapat diakses kapan saja dan dimana saja.
4. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian yang lebih kreatif dan inovatif untuk menyesuaikan dengan perkembangan zaman.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

1. Penyebarluasan media yang telah dikembangkan oleh peneliti untuk tujuan yang lebih luas.
2. Peneliti akan membuka kontributor di situs website bagi siswa atau guru biologi yang ingin menyumbang materi pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Baidhowi, N. A.-S. (2000). *Anwarut Tanzil wa Asrarut Ta'wil Juz 2*. Beirut: Dar Ihya` at-Turats al-Arabi.
- Aldi, Suhardi., et al. (2022). Validity Test of Electronic Student Worksheets (e-LKPD) Based on Scientific Processing Skills. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(2), 10–20. <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/JPBeISSN:2502-3810pISSN:2086-2245>KorespondensiAuthor:suhardi.aldi1044@gmail.com
- Ardianto, D., & Rubini, B. (2016). Comparison of students' scientific literacy in integrated science learning through model of guided discovery and problem based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 31–37. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i1.5786>
- Asmawati, D. Y. (2014). *Pengaruh Metode Pembelajaran Field Trip Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Siswa Pada Materi Keanekaragaman Hayati Kelas X*. 1–23.
- Atnur, W. N. (2015). Analisis Pelaksanaan Praktikum IPA Biologi Kelas VIII Semester 1 Di SMP Negeri Se Kecamatan Lubuk Begalung Tahun Pelajaran 2014/2015. *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi*. UNP Press.

- Aufa, N., Zubainur, C. M., & Munzir, S. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Missouri Mathematics Project (Mmp) Berbantuan Software Geogebra Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(11), 2377–2393.
file:///C:/Users/dell/Downloads/document (1).pdf
- Budiarti, W., & Oka, A. A. (2017). Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Berbasis Pendekatan Ilmiah (Scientific Approach) Untuk Siswa Sma Kelas Xi Semester Genap Tahun Pelajaran 2013/2014. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 5(2), 123.
<https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v5i2.791>
- Daga, A. T. (2021). Makna Merdeka Belajar dan Penguatan Peran Guru di Sekolah Dasar. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 7(3), 1075–1090.
<https://doi.org/10.31949/educatio.v7i3.1279>
- Duda, H. J., Susilo, H., & Newcombe, P. (2019). Enhancing different ethnicity science process skills: Problem-based learning through practicum and authentic assessment. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1207–1222.
<https://doi.org/10.29333/iji.2019.12177a>
- Fauziyah, S. L. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Scrapbook Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Pada

- Materi Vertebrata Di Kelas X MA NU Hasyim Asy'ari 3
Kudus. *BIOEDUCA : Journal of Biology Education*, 2(1), 19.
<https://doi.org/10.21580/bioeduca.v2i1.5996>
- Febrianti, A. F. (2017). *Pengembangan Modul Biologi Berbasis Web Untuk Mendukung Pembelajaran Interaktif*. 2–156.
http://repository.radenintan.ac.id/3135/1/Skripsi_Full.pdf
- Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M., & Ferreira, C. A. (2020). Professional Development and Use of Digital Technologies by Science Teachers: a Review of Theoretical Frameworks. *Research in Science Education*, 50(2), 673–708. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9707-x>
- Hamidah, A., Sari, E. N., & Budianingsih, R. S. (2014). Persepsi Siswa tentang Kegiatan Praktikum Biologi di Laboratorium SMA Negeri Se-Kota Jambi. *Jurnal Sainmatika*, 8(1), 49–59.
- Harminingtyas, R. (2014). Analisis Layanan Website Sebagai Media Promosi, Media Transaksi Dan Media Informasi Dan Pengaruhnya Terhadap Brand Image Perusahaan Pada Hotel Ciputra Di Kota Semarang. *Jurnal STIE Semarang*, 6.
- Hasrudin, & Rezeqi, S. (2012). Analisis Pelaksanaan Praktikum

- Biologi dan Permasalahannya di SMA Neheri Sekabupaten Karo. *Jurnal Tabularasa Pps Unimed*, 09(1), 17-32.
- Hendra, Hery Afriyadi, et al. (2023). Media Pembelajaran Berbasis Digital (Teori & Praktek). In *Mahesa* (Vol. 1, Issue 1).
- Hidayah, V. R. (2021). Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Kelas X MIPA Sebagai Alternatif Pelaksanaan Praktikum Mandiri Selama Pandemi Covid-19. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Istiqomah, Mairisya. (2020). Pengaruh Praktikum Virtual Terhadap Keterampilan Proses Sains siswa Kelas XI SMA Yadika Bandar Lampung Pada Materi Sistem Peredaran Darah. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Kementerian Agama. (2019). *Al-Qur'an Juz 11-20. Al-Qur'an Dan Terjemahannya Edisi Penyempurnaan 2019*, 277. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2019). *Pendidikan di Indonesia: Belajar dari Hasil PISA 2018*. Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang Kemendikbud.

- Maritsa, A., et al. (2021). Pengaruh Teknologi Dalam Dunia Pendidikan. *Al-Mutharahah: Jurnal Penelitian Dan Kajian Sosial Keagamaan*, 18(2), 91–100.
<https://doi.org/10.46781/al-mutharahah.v18i2.303>
- Mirawati, B., & Royani, I. (2019). Pengembangan LKS Biologi SMA Berbasis Praktikum dengan Model Pembelajaran Langsung untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 3(2), 88.
<https://doi.org/10.36312/e-saintika.v3i2.152>
- Muqdamien, B., et al. (2021). Tahap Definisi Dalam Four-D Model Pada Penelitian Research & Development (R&D) Alat Peraga Edukasi Ular Tangga Untuk Meningkatkan Pengetahuan Sains Dan Matematika Anak Usia 5-6 Tahun. *Intersections*, 6(1), 23–33.
<https://doi.org/10.47200/intersections.v6i1.589>
- Musfiquon, H. M., & Nurdyansyah. (2015). *Pendekatan Pembelajaran Saintifik*. Sidoarjo: Nizamia Learning Center.
- Muyasaroh, U., Listyono, L., & Rofi'ah, N. L. (2021). Analisis Kemampuan Literasi Digital Pembelajaran Biologi di MAN Grobogan Masa Pandemi Covid 19. *Bioma : Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 6(2), 102–111.

<https://doi.org/10.32528/bioma.v6i2.5880>

Nuraini, N. (2016). Potensi Model Pembelajaran Predict, Observe And Explain (POE) Disertai Roundhouse Diagram (RD) Dalam Melatihkan Keterampilan Proses Sains Dan Kemandirian Belajar. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 152(3), 28

Nurillahwaty, E. (2021). Peran Teknologi dalam Dunia Pendidikan. *Jurnal Keislaman Dan Ilmu Pendidikan*, 3(1), 123–133.

<https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/islamika>

Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat No.11/PERMEN/M/2008. (2018). Berita Negara. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2018*, 151(2), 10–17.

Permendikbud. (2016). *Permendikbud Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016*. 53(9), 1689–1699.

Presiden RI. (2022). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2022 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2021 Tentang Standar Nasional Pendidikan. *Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2022*, 1–16.
<https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/196151/pp-no-4-tahun-2022>

- Primasari, R., Zulfiani, & Herlanti, Y. (2014). *Penggunaan Media Pembelajaran Di Madrasah Aliyah Negeri Se-Jakarta Selatan*.
- Putri, A. N., & Muhartati, E. (2019). Keterampilan Proses Sains Awal Mahasiswa Pendidikan Biologi Pada Matakuliah Biologi Umum. *Pedagogi Hayati*, 2(2), 1–5. <https://doi.org/10.31629/ph.v2i2.844>
- Radeswandri. (2016). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Bilangan Bulat. *Jurnal Ilmu Pendidikan Sosial, Sains, Dan Humaniora*, 2(2), 101–110.
- Rahmah, N., et al. (2021). Analisis Kendala Praktikum Biologi di Sekolah Menengah Atas. *Biodik*, 7(2), 169–178. <https://doi.org/10.22437/bio.v7i2.12777>
- Rahmantiyoko, Agus, et al. (2019). Keselamatan dan Keamanan Kerja Laboratorium. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, XV(4), 36–38. <https://iptek.its.ac.id/index.php/jps/article/download/6119/4043>
- Rahmi, & Rezeki, M. (2018). Inquiry Laboratory sebagai Alternatif Inovasi Kegiatan Praktikum Biologi Umum terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Tingkat Dasar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 829–833.

- Rinjani, D., Sari, M. P., & Padmasari, A. C. (2022). Ensiklopedia Tipografi Sebagai Media untuk Meningkatkan Pemahaman Terhadap Tipografi. *Jurnal Pendidikan Multimedia (Edsence)*, 4(2), 101–108. <https://doi.org/10.17509/edsence.v4i2.52186>
- Salosso, Wahyuni. S., Nurlaili, & Kusumawardani, R. (2018). Analisis keterampilan proses sains siswa SMA melalui penerapan model pembelajaran learning cycle 5E pada pokok bahasan larutan asam dan basa. *Bivalen: Chemical Studies Journal*, 1(1), 45–50. <https://doi.org/10.30872/bcsj.v1i1.280>
- Sari, Puspita. A., & Setiawan, A. (2018). The Development of Internet-Based Economic Learning Media using Moodle Approach. *International Journal of Active Learning*, 3(2), 100–109. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijal>
- Saza, M. F. (2023). *Pengaruh Media Pembelajaran Canva For Education Terhadap Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran SKI Di Kelas XI IPS MAN 1 Jakarta*. [https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/75227%0Ahttps://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/75227/1/Miftahul Fadila Saza 11190110000016.pdf](https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/75227%0Ahttps://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/75227/1/Miftahul%20Fadila%20Saza%2011190110000016.pdf)
- Siburian, F., Sinambela, M., & Septie, S. (2017). Analisis

- Pelaksanaan Praktikum Pada Mata Pelajaran Biologi Di Kelas X SMA Negeri 16 Medan. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 5(2), 21–31. <https://doi.org/10.24114/jpp.v5i2.7546>
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi, Arikunto. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. (Edisi Revisi VI), Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Suharsimi, Arikunto. (2013). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. In *Jakarta: Rineka Cipta* (p. 172). <http://r2kn.litbang.kemkes.go.id:8080/handle/123456789/62880>
- Sundari, S., & Fauziati, E. (2021). Implikasi Teori Belajar Bruner dalam Model Pembelajaran Kurikulum 2013. *Jurnal Papeda: Jurnal Publikasi Pendidikan Dasar*, 3(2), 128–136. <https://doi.org/10.36232/jurnalpendidikandasar.v3i2.1206>
- Suryaningsih. (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum sebagai Sarana Siswa untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi. *Jurnal Bio Education*, 2(2), 1–23.

- Susanti, S. (2018). Pengembangan Penuntun Praktikum Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Struktur Tumbuhan Untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas Xi Man 2 Bandar Lampung. *Skripsi*, 1–119.
- Susilo, J. (2016). Penerapan Pendekatan Jelajah Alam Sekitar (JAS) untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Pengelolaan Lingkungan Kelas VII SMP Negeri 14 Kabupaten Sorong Tahun Ajaran 2013/2014. *Biolearning Journal*, 3(1), 34–46.
- Tauhidah, D. & Farikha, Y. (2022). Analisis Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Selama Praktikum Daring. *Jurnal Education and Development*, vol. 10, no. 2, pp. 6-9.
- Thiagarajan, Semmel, & Semmel. (1974). Thiagarajan, Sivasailam; And Others Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook. Indiana Univ., Bloomington. Center for Innovation in. *Research and Development, Mc*, 137–159.
- Weldan, U. N., Daningsih, E., & Yokhebed. (2018). Pengembangan penuntun praktikum pembuatan cenil nanas padasub materi peran tumbuhan dibidang ekonomi. *Jurnal Pendidikan Pembelajaran Khatulistiwa*, 7(9), 1–13.

<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/29005/75676578736>

Yildiz, C., & Guler Yildiz, T. (2021). Exploring the relationship between creative thinking and scientific process skills of preschool children. *Thinking Skills and Creativity*, 39(February), 100795. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100795>

Yusmar, F., & Fadilah, R. E. (2023). Analisis Rendahnya Literasi Sains Peserta Didik Indonesia: Hasil PISA Dan Faktor Penyebab. *LENZA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 11–19. <https://doi.org/10.24929/lenza.v13i1.283>

Lampiran 1. Instrumen Wawancara

Analisis Kebutuhan

1. Identitas
 - a) Nama dan gelar : Faiqotul Bariroh, S.Pd.
 - b) Lamanya mengajar : 5 Tahun (Juli 2018 – Sekarang)
 - c) Kelas yang diampu : X & XI
 - d) Jumlah kelas : 7 Kelas
 - e) Jam mengajar 1 minggu : 30 JP
2. Kurikulum yang digunakan : Kelas X (Kurikulum Merdeka) & Kelas XI (K13)
3. Bahan ajar yang digunakan :
 - Buku paket √
 - LKS √
 - Modul
 - PPT √
 - E-Learning
 - Video pembelajaran √
 - Petunjuk praktikum √
 - Aplikasi desktop/android
 - Media pembelajaran 3D √
4. Kendala tentang bahan ajar :
 - Kelas X memakai acuan/panduan dari BSE, sementara kelas XI sering menggunakan metode

ceramah dan siswa tetap minta dijelaskan tentang materinya dari awal karena di kurikulum merdeka lebih banyak Latihan soal daripada materi

5. Fasilitas yang tersedia :
 - LCD proyektor ✓
 - Audio
 - Laboratorium (Dipakai beberapa matapelajaran) ✓
 - Alat laboratorium (Mikroskop, jas laboratorium, dll) ✓
 - Perpustakaan ✓
 - Wi-Fi ✓
 - Laboratorium Komputer ✓
 - Ipad
 - Peminjaman buku/bahan ajar ✓
 - TV (1 kelas dan harus atur jadwal) ✓
6. Kendala tentang fasilitas yang tersedia :
 - TV untuk menunjang proses pembelajaran hanya ada pada 1 kelas saja
7. Model/metode/strategi pembelajaran yang diterapkan:
 - Apakah pada semua materi atau materi tertentu?
 - Beda-beda tiap materi yang mengakibatkan materi kurang tersampaikan
 - Tercantum dalam kegiatan atau bahan ajar (misalnya LKS)?

- Guru mengembangkan sendiri terkait materi pembelajaran
 - Petunjuk praktikum menerapkan model tertentu/buku resep?
 - Tidak ada buku khusus
 - Mengapa menggunakan model/metode/strategi tersebut?
 - Metode ceramah → karena kurangnya fasilitas, informasi terbatas dari buku ajar saja
8. Integrasi nilai islam:
- Apakah terdapat integrasi nilai islam?
 - Tidak ada tapi diselipkan ketika proses pembelajaran jika waktu mencukupi
 - Bagaimana penerapan integrasi nilai islam?
 - Sesuai situasi dan kondisi
9. Keterampilan abad 21 (HOTS, literasi sains, literasi informasi, 4C):
- Bagaimana cara dalam mengasah keterampilan abad 21 pada siswa?
 - Hanya pernah diaplikasikan pada kelas X saja
 - Apakah tertuang dalam soal ujian?
 - Lebih sering soal untuk literasi
 - Apakah pernah melakukan pengukuran tentang keterampilan abad 21?

- Pernah

10. Integrasi local wisdom/pembelajaran kontekstual:

- Apakah menerapkan Integrasi local wisdom/pembelajaran kontekstual?
 - Tidak
- Bagaimana penerapan Integrasi local wisdom/pembelajaran kontekstual?
 - Tidak

11. Materi pembelajaran:

- Materi apa yang dianggap paling sulit dimengerti siswa?
 - Kelas X → protista/bakteri, struktur hewan dan tumbuhan (menurut siswa tidak penting)
 - Kelas XI → mekanisme, sistem gerak, sistem imun
- Bagaimana cara mengatasinya saat ini?
 - Lebih dikaitkan dengan kehidupan nyata/sehari-hari

12. Penerapan KD 4:

- Bagaimana penerapan KD 4 dalam pembelajaran?
 - Kelas XI → pencernaan (uji makanan)
- Bagaimana tantangan dan kendala dalam menerapkan KD 4?
 - Waktu

- Bagaimana keterlaksanaan KD 4 dalam pembelajaran?
 - Terlaksana ketika praktikum

13. Evaluasi pembelajaran:

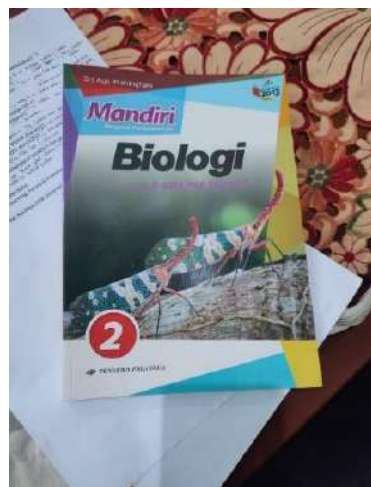
- Apa saja instrumen evaluasi yang digunakan?
 - Tes (post-test dan PTS), kadang-kadang lisan dan tugas
- Sumber pembuatan instrument? (buku, MGMP, mandiri)
 - Mandiri → cari referensi
- Muatan instrumen jika ditinjau dari LOTS dan HOTS?
 - Presentasi soal HOTS 20%, selebihnya LOTS
- Waktu pelaksanaan evaluasi
 - Tiap akhir bab (selain PTS & PAS)
- Bagaimanakah hasil evaluasi pembelajaran terakhir?
 - Kalau materi yang dirasa mudah, nilainya oke, kadang ada kelas yang kelihatannya paham

14. Analisis Dokumen:

- Naskah kurikulum (K13 dan Merdeka)
 - Tidak terstruktur
- Buku paket, LKS, modul, E-learning, petunjuk praktikum

- Adanya buku paket, LKS, dan petunjuk praktikum (sikon)
- Media pembelajaran
 - 3D (torso), media (di lab), PPT, video, TTS
- Instrument penilaian dan hasilnya (nilai siswa terakhir (real))
 - Tertuang dalam evaluasi pembelajaran

Lampiran 2. Dokumentasi Hasil Observasi



Lampiran 3. Hasil Pra Riset (Angket Keterampilan Proses Sains)

No.	Kelas	Jumlah Soal		Jumlah Siswa	Nilai
		Benar	Salah		
1.	XII.1	9	0	0 Siswa	-
		8	1	0 Siswa	-
		7	2	0 Siswa	-
		6	3	0 Siswa	-
		5	4	0 Siswa	-
		4	5	0 Siswa	-
		3	6	1 Siswa	33,4
		2	7	5 Siswa	22,3
		1	8	6 Siswa	11,2
		0	9	5 Siswa	0
2.	XII.2	9	0	0 Siswa	-
		8	1	0 Siswa	-
		7	2	1 Siswa	77,8
		6	3	1 Siswa	66,7
		5	4	13 Siswa	55,6
		4	5	8 Siswa	44,5
		3	6	2 Siswa	33,4
		2	7	0 Siswa	-
		1	8	0 Siswa	-
		0	9	0 Siswa	-
3.	XII.3	9	0	0 Siswa	-
		8	1	1 Siswa	88,9
		7	2	7 Siswa	77,8
		6	3	19 Siswa	66,7
		5	4	4 Siswa	55,6
		4	5	7 Siswa	44,5

		3	6	1 Siswa	33,4
		2	7	0 Siswa	22,3
		1	8	3 Siswa	11,2
		0	9	1 Siswa	0
4.	XII.4	9	0	0 Siswa	-
		8	1	2 Siswa	88,9
		7	2	0 Siswa	-
		6	3	0 Siswa	-
		5	4	6 Siswa	55,6
		4	5	6 Siswa	44,5
		3	6	5 Siswa	33,4
		2	7	3 Siswa	22,3
		1	8	2 Siswa	11,2
		0	9	1 Siswa	0
5.	XII.5	9	0	0 Siswa	-
		8	1	0 Siswa	-
		7	2	4 Siswa	77,8
		6	3	0 Siswa	-
		5	4	1 Siswa	55,6
		4	5	3 Siswa	44,5
		3	6	2 Siswa	33,4
		2	7	4 Siswa	22,3
		1	8	3 Siswa	11,2
		0	9	3 Siswa	0
Jumlah Total Siswa				130 Siswa	

Kategori Skor Keterampilan Proses Sains Dasar

No.	Kategori	Rentang Nilai	Jumlah Siswa	Persentase (%)
1.	Tinggi	80 – 100	3 Siswa	2,30 %
2.	Sedang	60 – 79	32 Siswa	24,61 %
3.	Rendah	0 - 59	95 Siswa	73 %

Cara Menghitung Persentase

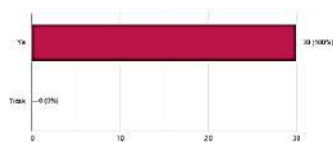
$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah Siswa}}{\text{Jumlah Total Siswa}} \times 100 \%$$

Lampiran 4. Hasil Angket Analisis Kebutuhan

[illegible]

1. Apakah selama belajar biologi kalian pernah belajar/melakukan praktik di laboratorium?

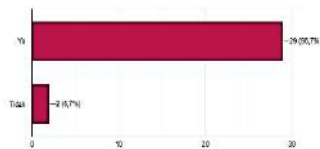
30 jawaban



[Salin](#)

2. Apakah kalian merasa tertarik dengan praktikum di laboratorium?

30 jawaban



[Salin](#)

3. Apakah kalian merasa bingung dan antusias jika melakukan praktikum di laboratorium?

30 jawaban



[Salin](#)

4. Apakah setiap akan melakukan praktikum kalian diberikan petunjuk praktikum terlebih dahulu oleh guru mata pelajaran?

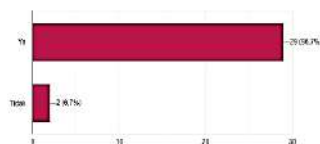
31 jawaban



[Salin](#)

5. Apakah kalimat yang digunakan dalam petunjuk praktikum mudah untuk dipahami?

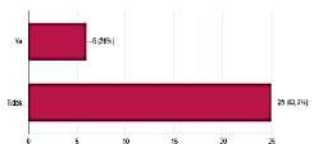
30 jawaban



[Salin](#)

6. Apakah petunjuk praktikum yang diberikan oleh guru membosankan?

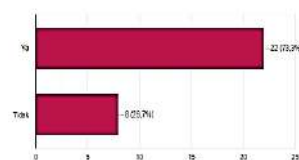
31 jawaban



[Salin](#)

7. Apakah petunjuk praktikum yang digunakan oleh guru berwarna?

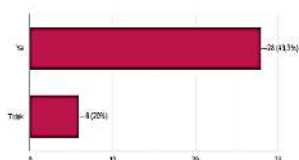
31 jawaban



[Salin](#)

8. Apakah guru selalu menyiapkan bahan dan alat yang dibutuhkan untuk praktikum?

31 jawaban



[Salin](#)

9. Apakah kalian sudah melakukan praktikum sesuai prosedur/langkah kerja yang semestinya?

[Salin](#)

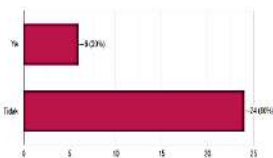
30 jawaban



10. Apakah jam pelaksanaan praktikum biologi mengganggu mata pelajaran yang lain?

[Salin](#)

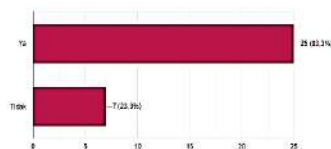
33 jawaban



11. Apakah hasil praktikum yang sudah kalian lakukan selalu sesuai dengan teori yang semestinya?

[Salin](#)

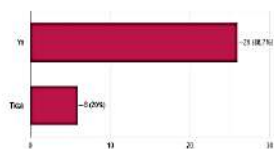
30 jawaban



12. Apakah setelah kegiatan praktikum kalian bisa menyimpulkan tentang hasil praktikum yang sudah dilakukan?

[Salin](#)

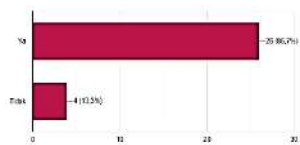
30 jawaban



13. Apakah dengan melakukan praktikum bisa meningkatkan pemahaman kalian terkait teori yang sudah dipelajari?

[Salin](#)

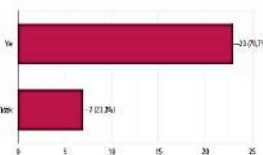
38 jawaban



14. Apakah dengan melakukan praktikum bisa meningkatkan prestasi belajar kalian?

[Salin](#)

30 jawaban



15. Apakah kalian mempunyai gadget?

[Salin](#)

38 jawaban



16. Apakah kalian sering memanfaatkan gadget untuk mengakses informasi terkait pembelajaran?

[Salin](#)

30 jawaban



16. Apakah kalian sering memanfaatkan gadget untuk mengakses informasi terkait pembelajaran?

[Salin](#)

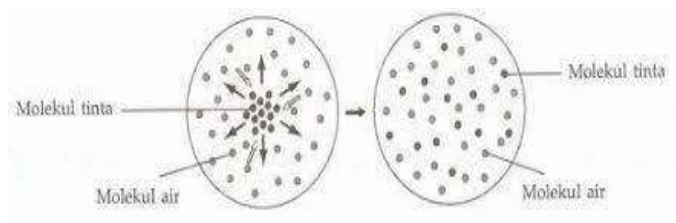
30 jawaban



Lampiran 5. Angket Tes Keterampilan Proses Sains (KPS)

1. Aspek KPS → Mengamati

Perhatikan gambar dibawah ini



Proses apa yang terjadi pada gambar tersebut?
Jelaskan.

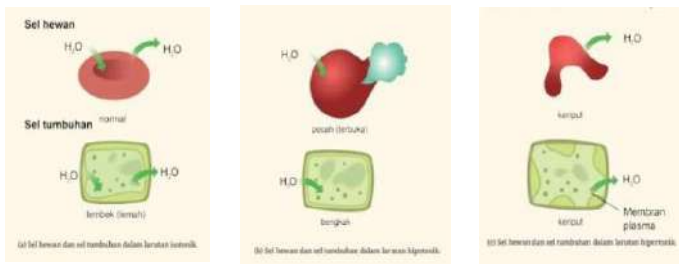
Jawaban:

- a) Proses difusi karena molekul tinta berpindah dari konsentrasi tinta tinggi ke konsentrasi tinta rendah.
- b) Proses difusi karena molekul tinta berpindah dari konsentrasi rendah tinta ke konsentrasi tinta tinggi.
- c) Proses difusi karena molekul tinta berpindah dari konsentrasi yang sama atau seimbang
- d) Proses osmosis karena molekul tinta berpindah dari konsentrasi tinta rendah ke konsentrasi tinta tinggi.

- e) Proses osmosis karena molekul tinta berpindah dari konsentrasi tinta tinggi ke konsentrasi tinta rendah.

2. Aspek KPS → Perbandingan

Cermati arah pergerakan H_2O dan kondisi sel ketika osmosis terjadi.



(a)

(b)

(c)

Berdasarkan gambar tersebut, coba bandingkan kondisi sel tumbuhan dan sel hewan dalam larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut berbeda.

Jawaban:

- a) Ukuran sel (a) tetap, konsentrasi larutan hipotonik, tidak terjadi perpindahan molekul air.

Ukuran sel (b) menyusut, konsentrasi larutan isotonik, tidak terjadi perpindahan molekul air.

Ukuran sel (c) Sel hewan mengalami lisis, sementara sel tumbuhan mengalami turgid, konsentrasi larutan hipotonik, Air berpindah dari larutan menuju sel.

- b) Ukuran sel (a) Sel hewan mengalami lisis, sementara sel tumbuhan mengalami turgid, konsentrasi larutan hipertonik, Air berpindah dari dalam sel ke luar sel.

Ukuran sel (b) tetap, konsentrasi larutan isotonik, tidak terjadi perpindahan molekul air.

Ukuran sel (c) menyusut, konsentrasi larutan hipotonik, tidak terjadi perpindahan molekul air.

- c) Ukuran sel (a) tetap, konsentrasi larutan isotonik, tidak terjadi perpindahan molekul air.

Ukuran sel (b) Sel hewan mengalami lisis, sementara sel tumbuhan mengalami turgid, konsentrasi larutan hipotonik, Air berpindah dari larutan menuju sel.

Ukuran sel (c) menyusut, konsentrasi larutan hipertonik, Air berpindah dari dalam sel ke luar sel.

- d) Ukuran sel (a) menyusut, konsentrasi larutan hipertonik, Air berpindah dari dalam sel ke luar sel.

Ukuran sel (b) tetap, konsentrasi larutan hipotonik, tidak terjadi perpindahan molekul air.

Ukuran sel (c) Sel hewan mengalami lisis, sementara sel tumbuhan mengalami turgid, konsentrasi larutan isotonik, Air berpindah dari larutan menuju sel.

e) Ukuran sel (a) Sel hewan mengalami lisis, sementara sel tumbuhan mengalami turgid, konsentrasi larutan hipertonik, tidak terjadi perpindahan molekul air.

Ukuran sel (b) menyusut, konsentrasi larutan hipotonik, Air berpindah dari dalam sel ke luar sel.

Ukuran sel (c) tetap, konsentrasi larutan isotonik, Air berpindah dari larutan menuju sel.

3. Aspek KPS → Mengklasifikasikan

Meskipun memiliki persamaan, sel pada hewan dan tumbuhan memiliki beberapa perbedaan serta fungsi yang juga berbeda. Perhatikanlah ciri-ciri di bawah ini!

1. Memiliki dinding sel dan membran sel
2. Umumnya memiliki plastida
3. Memiliki lisosom
4. Memiliki sentrosom
5. Memiliki vakuola ukuran besar, banyak
6. Bentuk tidak tetap
7. Timbunan zat berupa lemak dan glikogen

Dari ciri-ciri di atas, manakah yang termasuk ciri-ciri sel tumbuhan yang benar?

Jawaban:

- a) 2, 4 dan 5
- b) 1, 2 dan 5
- c) 3, 6 dan 7

d) 4, 5 dan 6

e) 2, 3 dan 7

4. Aspek KPS → Pengukuran

Berikut ini adalah tabel hasil percobaan praktikum percobaan osmosis pada kentang

Gelas	Ukuran Awal			Ukuran Akhir		
	Panjang	Lebar	Tebal	Panjang	Lebar	Tebal
A	2	1	0,5	2,1	1,2	0,6
B	2	1	0,5	1,9	0,9	1
C	2	1	0,5	1,7	0,7	0,8

Jika ingin mengetahui perubahan panjang, lebar, dan tebal kentang pada percobaan di atas alat yang dapat digunakan adalah

a) Jangka sorong

b) Termometer

c) Neraca

d) Mikrometer sekrup

e) Mistar

5. Aspek KPS → Berkomunikasi

Hamdi melakukan percobaan tentang osmosis pada kentang menggunakan tiga jenis larutan berbeda. Hasilnya ditunjukkan pada tabel dibawah.

	Larutan	Sebelum	Sesudah	Keadaan
A	Gula 30%	1 gr	0.2 gr	Lembek

B	Gula 5%	1 gr	0.4 gr	Agak Lembek
C	Aquades	1 gr	1.2 gr	Keras

Nyatakan informasi dari tabel tersebut dalam bentuk kalimat.

Jawaban:

- a) Saat kentang direndam dalam larutan gula 30% dan aquades akan terjadi perpindahan air secara difusi dari sel-sel kentang keluar menuju ke larutan sehingga berat kentang menurun dan menjadi lembek. Untuk kentang yang direndam dalam 5%, peristiwa yang berkebalikan terjadi. Air dari larutan masuk ke dalam sel-sel kentang, karena sel-sel kentang hipertonis dibandingkan air. Inilah yang menyebabkan kentang menjadi keras dan beratnya bertambah.
- b) Saat kentang direndam dalam larutan gula 30% dan 5% akan terjadi perpindahan air secara osmosis dari sel-sel kentang keluar menuju ke larutan sehingga berat kentang menurun dan menjadi lembek. Untuk kentang yang direndam dalam aquades, peristiwa yang berkebalikan terjadi. Air dari larutan masuk ke dalam sel-sel kentang, karena sel-sel kentang hipertonis dibandingkan air. Inilah

yang menyebabkan kentang menjadi keras dan beratnya bertambah.

- c) Saat kentang direndam dalam larutan gula 30% dan 5% akan terjadi perpindahan air secara osmosis dari larutan keluar menuju ke sel-sel kentang sehingga berat kentang bertambah dan menjadi lembek. Untuk kentang yang direndam dalam aquades, peristiwa yang berkebalikan terjadi. Air dari sel-sel kentang keluar menuju ke larutan, karena sel-sel kentang hipotonis dibandingkan air. Inilah yang menyebabkan kentang menjadi keras dan beratnya berkurang.
- d) Saat kentang direndam dalam larutan gula 5% dan aquades akan terjadi perpindahan air secara difusi dari sel-sel kentang keluar menuju ke larutan sehingga berat kentang menurun dan menjadi keras. Untuk kentang yang direndam dalam larutan gula 30%, peristiwa yang berkebalikan terjadi. Air dari sel-sel kentang keluar menuju ke larutan, karena sel-sel kentang hipotonis dibandingkan air. Inilah yang menyebabkan kentang menjadi lembek dan beratnya bertambah.
- e) Saat kentang direndam dalam larutan gula 5% dan aquades akan terjadi perpindahan air secara osmosis dari larutan keluar menuju ke sel-sel

kentang sehingga berat kentang bertambah dan menjadi keras. Untuk kentang yang direndam dalam larutan gula 30%, peristiwa yang berkebalikan terjadi. Air dari sel-sel kentang keluar menuju ke larutan, karena sel-sel kentang hipertonis dibandingkan air. Inilah yang menyebabkan kentang menjadi lembek dan beratnya berkurang.

6. Aspek KPS → Memprediksi

Tabel hasil pengamatan (untuk soal nomor 6 – 7)

No	Bahan Makanan	Jumlah Tetesan	Jumlah Vitamin C
1	Larutan Vit C	2	100%
2	Sari jeruk nipis	15	13,3%
3	Sari buah tomat	13	15,4%
4	Ekstrak jambu biji	1	?
5	Minuman sari buah	17	11,8%
6	Saos Tomat	36	?

Tabel diatas merupakan data hasil pengamatan uji vitamin C. Berapakah kemungkinan kadar vitamin C pada ekstrak jambu biji dan saos tomat?

Jawaban:

- a) Kadar vitamin C yang terkandung dalam saos tomat dapat diperkirakan sebesar 200% melihat dari perbandingan dengan jumlah tetesan pada larutan vitamin C yaitu 1:2. Sedangkan pada ekstrak jambu biji dapat diperkirakan sebesar 5,6%.
- b) Kadar vitamin C yang terkandung dalam ekstrak jambu biji dapat diperkirakan sebesar 5,6% melihat dari perbandingan dengan jumlah tetesan pada larutan vitamin C yaitu 2:1. Sedangkan pada saos tomat dapat diperkirakan sebesar 100%.
- c) Kadar vitamin C yang terkandung dalam ekstrak jambu biji dapat diperkirakan sebesar 200% melihat dari perbandingan dengan jumlah tetesan pada larutan vitamin C yaitu 1:2. Sedangkan pada saos tomat dapat diperkirakan sebesar 5,6%.
- d) Kadar vitamin C yang terkandung dalam ekstrak jambu biji dapat diperkirakan sebesar 200% melihat dari perbandingan dengan jumlah tetesan pada larutan vitamin C yaitu 2:1. Sedangkan pada saos tomat dapat diperkirakan sebesar 5,6%.

- e) Kadar vitamin C yang terkandung dalam ekstrak jambu biji dapat diperkirakan sebesar 100% melihat dari perbandingan dengan jumlah tetesan pada larutan vitamin C yaitu 2:1. Sedangkan pada saos tomat dapat diperkirakan sebesar 5,6%.

7. Aspek KPS → Menyimpulkan

Berdasarkan data hasil uji kandungan vitamin C pada soal nomor 6, kesimpulan apa yang dapat diambil?

Jawaban:

- a) Kadar vitamin C paling tinggi terdapat pada saos tomat. Sedangkan kadar terendah terdapat pada ekstrak jambu biji. Semakin sedikit jumlah tetesan semakin tinggi kadar vitamin C.
- b) Kadar vitamin C paling tinggi terdapat pada ekstrak jambu biji. Sedangkan kadar terendah terdapat pada saos tomat. Semakin banyak jumlah tetesan semakin tinggi kadar vitamin C.
- c) Kadar vitamin C paling tinggi terdapat pada ekstrak jambu biji. Sedangkan kadar terendah terdapat pada saos tomat. Semakin sedikit jumlah tetesan semakin tinggi kadar vitamin C.
- d) Kadar vitamin C paling tinggi terdapat pada ekstrak jambu biji. Sedangkan kadar terendah

terdapat pada saos tomat. Semakin banyak jumlah tetesan semakin rendah kadar vitamin C.

- e) Kadar vitamin C paling tinggi terdapat pada saos tomat. Sedangkan kadar terendah terdapat pada ekstrak jambu biji. Semakin banyak jumlah tetesan semakin tinggi kadar vitamin C.

8. Aspek KPS → Berhipotesis

Seseorang ingin mengetahui pengaruh jenis air terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*). Ia menggunakan 3 jenis air dalam penelitiannya yaitu air mineral, larutan air gula dan larutan air garam. Hipotesis apakah yang dapat diajukan agar penelitiannya terarah?

Jawaban:

- a) H_0 : Tidak ada pengaruh pemberian 3 jenis air (air mineral, larutan air gula dan larutan air garam) terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*).
- H_1 : Ada pengaruh pemberian 3 jenis air (air mineral, larutan air gula dan larutan air garam) terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*).
- b) H_0 : Ada pengaruh pemberian 3 jenis air (air mineral, larutan air gula dan larutan air garam)

terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*).

H₁ : Tidak ada pengaruh pemberian 3 jenis air (air mineral, larutan air gula dan larutan air garam) terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*).

c) H₀ : Tidak ada pengaruh pemberian 2 jenis air (air mineral dan larutan air garam) terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*).

H₁ : Tidak ada pengaruh pemberian 2 jenis air (air mineral dan larutan air garam) terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*).

d) H₀ : Ada pengaruh pemberian 3 jenis air (air mineral, larutan air gula dan larutan air garam) terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*).

H₁ : Ada pengaruh pemberian 3 jenis air (air mineral, larutan air gula dan larutan air garam) terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*).

e) H₀ : Tidak ada pengaruh pemberian 2 jenis air (larutan air gula dan larutan air garam) terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*).

H₁ : Ada pengaruh pemberian 2 jenis air (larutan air gula dan larutan air garam) terhadap laju pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*).

9. Aspek KPS → Mendefinisikan dan Mengendalikan Variable

Golongan darah adalah pengklasifikasian darah dari individu berdasarkan ada atau tidak adanya zat antigen warisan pada permukaan membran sel darah manusia.

- Apakah tujuan dari praktikum tersebut?
- Sebutkan alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum tersebut

Jawaban:

- a) - Tujuan Praktikum: mengetahui struktur penyusun darah pada manusia.
 - Alat: *Blood lancet*, Jarum penusuk, Mistar
 - Bahan: Latex, Tisu, Kartu sampel darah, Kapas kering, Alkohol 70%, Darah segar manusia.
- b) - Tujuan Praktikum: mengetahui sistem golongan darah A, B, AB, O dan Rhesus pada manusia.
 - Alat: *Blood lancet*, Tabung reaksi, Tusuk gigi

- Bahan: Latex, Tisu, Kartu sampel darah, Kapas kering, Alkohol 70%, Anti serum A, B, AB, dan D, Darah segar manusia
- c) - Tujuan Praktikum: mengetahui sistem golongan darah A, B, AB, O dan Rhesus pada manusia.
 - Alat: *Blood lancet*, Jarum penusuk, Tusuk gigi
 - Bahan: Latex, Tisu, Kartu sampel darah, Kapas kering, Alkohol 70%, Anti serum A, B, AB, dan D, Darah segar manusia
- d) - Tujuan Praktikum: mengetahui struktur penyusun darah pada manusia.
 - Alat: *Blood lancet*, Jarum penusuk, Pipet tetes
 - Bahan: Latex, Tisu, Kartu sampel darah, Kapas kering, Alkohol 70%, Darah segar manusia.
- e) - Tujuan Praktikum: mengetahui sistem golongan darah A, B, AB, O dan Rhesus pada manusia.
 - Alat: *Blood lancet*, Gelas beaker, Tabung reaksi
 - Bahan: Latex, Tisu, Kartu sampel darah, Kapas kering, Alkohol 70%, Anti serum A, B, AB, dan D, Darah segar manusia.

Lampiran 6. Kisi-Kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI

PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI DIGITAL BERBASIS

KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap terhadap produk petunjuk praktikum digital yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini

B. PETUNJUK

Berilah tanda Cek (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu terhadap setiap pernyataan tentang **"Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa"**

C. IDENTITAS PENELITIAN

Nama Peneliti : Tusamma Salsabila
NIM : 2008086009
Judul Penelitian : Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

D. IDENTITAS VALIDATOR

Nama Validator : Dwimej Ayu Dewandari Pranatami, M.Sc.
NIP : 199205022019032031
Jabatan : Ahli Materi
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Tanggal Pengisian :

E. PENILAIAN

Kategori	Skor
Tidak Baik (TB)	1
Kurang Baik (KB)	2
Cukup Baik (CB)	3
Baik (B)	4
Sangat baik (SB)	5

F. INSTRUMEN PENILAIAN

NO	Kriteria Penilaian	Skor				
		TB	KB	CB	B	SB
Komponen Petunjuk Praktikum						
1.	Kesesuaian judul petunjuk praktikum dengan Capaian Pembelajaran					
2.	Tujuan praktikum sesuai dengan Capaian Pembelajaran					
3.	Petunjuk praktikum merujuk pada Capaian Pembelajaran yang harus dicapai siswa					
4.	Petunjuk praktikum memuat keterampilan proses sains dasar					
5.	Urutan komponen dalam petunjuk praktikum jelas dan sistematis					
6.	Petunjuk praktikum dapat mengasah keterampilan proses sains dasar siswa					
7.	Latihan soal dalam petunjuk praktikum sesuai dengan materi yang disajikan					
Kelayakan Konten						
8.	Materi yang disajikan dalam petunjuk praktikum sesuai dengan Capaian Pembelajaran					
9.	Gambar dan ilustrasi dalam petunjuk praktikum bersumber valid, aktual dan sesuai dengan materi					
10	Petunjuk praktikum dilengkapi dengan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam praktikum					
11.	Prosedur kerja dalam petunjuk praktikum menggunakan kata kerja perintah					
12.	Prosedur kerja dalam petunjuk praktikum runtut dan sistematis					
13.	Konsep materi yang disajikan tidak menimbulkan banyak interpretasi					
14	Petunjuk praktikum dilengkapi dengan tabel data hasil pengamatan yang sesuai dengan kebutuhan praktikum					
Relevansi terhadap kehidupan sehari-hari						
15.	Materi dapat menambah pengetahuan yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari					

G. SARAN

Bagian	Jenis Kesalahan	Saran atau Masukan

H. INDIKATOR PENILAIAN

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

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{Jumlah Skor Yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100 \%$$

Selanjutnya persentase kelayakan didapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

No.	Persentase (%)	Kategori Kelayakan
1.	<21%	Sangat Tidak Layak
2.	21 - 40%	Tidak Layak
3.	41 - 60%	Cukup Layak
4.	61 - 80%	Layak
5.	81 - 100%	Sangat Layak

Kesimpulan

Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa dinyatakan*) :

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan revisi
3. Tidak dapat digunakan

***) Lingkari salah satu**

Semarang,.....2024

Ahli Materi

(Dwime Ayu Dewandari Pranatami, M.Sc.)

Lampiran 7. Hasil Angket Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI DIGITAL BERBASIS KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap terhadap produk petunjuk praktikum digital yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini

B. PETUNJUK

Berilah tanda Cek (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu terhadap setiap pernyataan tentang "Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa"

C. IDENTITAS PENELITI

Nama Peneliti : Tusamma Salsabila
NIM : 2008086009
Judul Penelitian : Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

D. IDENTITAS VALIDATOR

Nama Validator : Dwimey Ayu Dewandari Pranatami, M.Sc.
NIP : 199205022019032031
Jabatan : Ahli Materi
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Tanggal Pengisian :

E. PENILAIAN

Kategori	Skor
Tidak Baik (TB)	1
Kurang Baik (KB)	2
Cukup Baik (CB)	3
Baik (B)	4
Sangat baik (SB)	5

F. INSTRUMEN PENILAIAN

NO	Kriteria Penilaian	Skor				
		TB	KB	CB	B	SB
Komponen Petunjuk Praktikum						
1.	Kesesuaian judul petunjuk praktikum dengan Capaian Pembelajaran				✓	
2.	Tujuan praktikum sesuai dengan Capaian Pembelajaran				✓	
3.	Petunjuk praktikum merujuk pada Capaian Pembelajaran yang harus dicapai siswa				✓	
4.	Petunjuk praktikum memuat keterampilan proses sains dasar				✓	
5.	Urutan komponen dalam petunjuk praktikum jelas dan sistematis					✓
6.	Petunjuk praktikum dapat mengasah keterampilan proses sains dasar siswa					✓
7.	Latihan soal dalam petunjuk praktikum sesuai dengan materi yang disajikan				✓	
Kelayakan Konten						
8.	Materi yang disajikan dalam petunjuk praktikum sesuai dengan Capaian Pembelajaran				✓	
9.	Gambar dan ilustrasi dalam petunjuk praktikum bersumber valid, aktual dan sesuai dengan materi				✓	
10	Petunjuk praktikum dilengkapi dengan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam praktikum				✓	
11.	Prosedur kerja dalam petunjuk praktikum menggunakan kata kerja perintah				✓	
12.	Prosedur kerja dalam petunjuk praktikum runtut dan sistematis				✓	
13.	Konsep materi yang disajikan tidak menimbulkan banyak interpretasi				✓	
14	Petunjuk praktikum dilengkapi dengan tabel data hasil pengamatan yang sesuai dengan kebutuhan praktikum			✓		
Relevansi terhadap kehidupan sehari-hari						
15.	Materi dapat menambah pengetahuan yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari				✓	

G. SARAN

Bagian	Jenis Kesalahan	Saran atau Masukan
Praktikum Struktur dan fungsi sel.	Belum memuatkan perbedaan sel hewan dan sel tumbuhan	Tambahkan informasi ttg perbedaan sel hewan dan sel tumbuhan → bisa dibuat tabel.
Praktikum Jaringan Hewan dan Tumbuhan	Belum memuatkan penjelasan mengenai jaringan tumbuhan	Tambahkan informasi ttg jaringan tumbuhan.
Praktikum gol Darah		Tampilkan data tabel antigen dan antibodi. Selain mengk gol darah

H. INDIKATOR PENILAIAN

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

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{Jumlah Skor Yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100 \% = \frac{61}{75} \times 100 \% = 81,4 \%$$

Selanjutnya persentase kelayakan didapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

No.	Persentase (%)	Kategori Kelayakan
1.	<21%	Sangat Tidak Layak
2.	21 - 40%	Tidak Layak
3.	41 - 60%	Cukup Layak
4.	61 - 80%	Layak
5.	81 - 100%	Sangat Layak

Kesimpulan

Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa dinyatakan*) :

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan revisi
3. Tidak dapat digunakan

*) Lingkari salah satu

Semarang, 15/05/2024

Ahli Materi



(Dwimeai Ayu Dewandari Pranatami, M.Sc.)

Lampiran 8. Kisi-Kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI

PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI DIGITAL BERBASIS

KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap terhadap produk petunjuk praktikum digital yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini

B. PETUNJUK

Berilah tanda Cek (√) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu terhadap setiap pernyataan tentang **"Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa"**

C. IDENTITAS PENELITI

Nama Peneliti : Tusamma Salsabila
NIM : 2008086009
Judul Penelitian : Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

D. IDENTITAS VALIDATOR

Nama Validator : Nisa Rasyida, M.Pd.
NIP : 198803122019032011
Jabatan : Ahli Media
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Tanggal Pengisian :

E. PENILAIAN

Kategori	Skor
Tidak Baik (TB)	1
Kurang Baik (KB)	2
Cukup Baik (CB)	3
Baik (B)	4
Sangat baik (SB)	5

F. INSTRUMEN PENILAIAN

NO	Kriteria Penilaian	Skor				
		TB	KB	CB	B	SB
Navigasi						
1.	Petunjuk navigasi jelas					
2.	Penyusunan dan tampilan konten menarik dan rapi					
3.	Petunjuk praktikum memiliki tampilan yang konsisten					
4.	Materi dalam petunjuk praktikum pembelajaran mudah dipahami					
5.	Tautan/link yang terdapat petunjuk praktikum mudah digunakan dan diakses					
Desain Visual						
6.	Menggunakan <i>font</i> dan ukuran <i>font</i> yang sesuai dengan pembaca					
7.	Spasi antar teks sesuai dan konsisten					
8.	Penampilan unsur tata letak pada layout konsisten dan menarik					
9.	Pemilihan warna yang sesuai dan menarik					
10.	Judul petunjuk praktikum ditampilkan lebih menonjol dari warna latar belakang					
11.	Informasi yang disajikan dapat menarik perhatian pembaca					
Media						
12.	Ukuran gambar proporsional					
13.	Ilustrasi dan keterangan gambar					
14.	Video youtube yang disajikan memiliki resolusi yang baik					
15.	Penggunaan gambar dan ilustrasi dapat menarik pembaca					
16.	Aturan penyajian gambar telah sesuai dengan materi					
Bahasa						
17.	Keakuratan struktur kalimat					
18.	Penggunaan kalimat efektif					
19.	Kalimat yang digunakan komunikatif dan mudah dipahami					
20.	Kemampuan dalam menyampaikan informasi					

21.	Penggunaan bahasa mendorong siswa untuk aktif dalam pembelajaran					
22.	Kemampuan untuk mendorong tingkat keterampilan proses sains dasar pada siswa					
23.	Istilah yang digunakan konsisten					
24.	Ejaan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)					
25.	Penggunaan bahasa baku					

G. SARAN

Bagian	Jenis Kesalahan	Saran atau Masukan

H. INDIKATOR PENILAIAN

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

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{Jumlah Skor Yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100 \%$$

Selanjutnya persentase kelayakan didapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

No.	Persentase (%)	Kategori Kelayakan
1.	<21%	Sangat Tidak Layak
2.	21 – 40%	Tidak Layak
3.	41 – 60%	Cukup Layak
4.	61 – 80%	Layak
5.	81 – 100%	Sangat Layak

Kesimpulan

Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa Dinyatakan*) :

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan revisi
3. Tidak dapat digunakan

***) Lingkari salah satu**

Semarang.....2024

Ahli Media

(Nisa Rasyida, M.Pd.)

Lampiran 9. Hasil Angket Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI DIGITAL BERBASIS KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap produk petunjuk praktikum digital yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini

B. PETUNJUK

Berilah tanda Cek (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu terhadap setiap pernyataan tentang "Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa"

C. IDENTITAS PENELITIAN

Nama Peneliti : Tusamma Salsabila
NIM : 2008086009
Judul Penelitian : Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

D. IDENTITAS VALIDATOR

Nama Validator : Nisa Rasyida, M.Pd.
NIP : 198803122019032011
Jabatan : Ahli Media
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Tanggal Pengisian : 15 Maret 2024

E. PENILAIAN

Kategori	Skor
Tidak Baik (TB)	1
Kurang Baik (KB)	2
Cukup Baik (CB)	3
Baik (B)	4
Sangat baik (SB)	5

F. INSTRUMEN PENILAIAN

No	Kriteria Penilaian	Skor				
		TB	KB	CB	B	SB
Navigasi						
1.	Petunjuk navigasi jelas				✓	
2.	Penyusunan dan tampilan konten menarik dan rapi				✓	
3.	Petunjuk praktikum memiliki tampilan yang konsisten				✓	
4.	Materi dalam petunjuk praktikum pembelajaran mudah dipahami				✓	
5.	Tautan/link yang terdapat petunjuk praktikum mudah digunakan dan diakses				✓	
Desain Visual						
6.	Menggunakan font dan ukuran font yang sesuai dengan pembaca				✓	
7.	Spasi antar teks sesuai dan konsisten				✓	
8.	Penampilan unsur tata letak pada layout konsisten dan menarik					✓
9.	Pemilihan warna yang sesuai dan menarik					✓
10.	Judul petunjuk praktikum ditampilkan lebih menonjol dari warna latar belakang					✓
11.	Informasi yang disajikan dapat menarik perhatian pembaca					✓
Media						
12.	Ukuran gambar proporsional				✓	
13.	Ilustrasi dan keterangan gambar				✓	
14.	Video youtube yang disajikan memiliki resolusi yang baik				✓	
15.	Penggunaan gambar dan ilustrasi dapat menarik pembaca				✓	
16.	Aturan penyajian gambar telah sesuai dengan materi				✓	
Bahasa						
17.	Keakuratan struktur kalimat				✓	
18.	Penggunaan kalimat efektif				✓	
19.	Kalimat yang digunakan komunikatif dan mudah dipahami				✓	
20.	Kemampuan dalam menyampaikan informasi				✓	

21.	Penggunaan bahasa mendorong siswa untuk aktif dalam pembelajaran				✓	
22.	Kemampuan untuk mendorong tingkat keterampilan proses sains dasar pada siswa				✓	
23.	Istilah yang digunakan konsisten				✓	
24.	Ejaan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)				✓	
25.	Penggunaan bahasa baku				✓	

G. SARAN

Bagian	Jenis Kesalahan	Saran atau Masukan

H. INDIKATOR PENILAIAN

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

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{Jumlah Skor Yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100 \%$$

$$= \frac{104}{125} \times 100 \%$$

$$= 83,2 \%$$

Selanjutnya persentase kelayakan didapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

No.	Persentase (%)	Kategori Kelayakan
1.	<21%	Sangat Tidak Layak
2.	21 - 40%	Tidak Layak
3.	41 - 60%	Cukup Layak
4.	61 - 80%	Layak
5.	81 - 100%	Sangat Layak

Kesimpulan

Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa Dinyatakan*) :

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan revisi
3. Tidak dapat digunakan

*) Lingkari salah satu

Semarang, 15.03.2024

Ahli Media



(Nisa Rasyida, M.Pd.)

Lampiran 10. Kisi-Kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Keterampilan Proses Sains

LEMBAR VALIDASI

PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI DIGITAL BERBASIS

KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap terhadap produk petunjuk praktikum digital yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini

B. PETUNJUK

Berilah tanda Cek (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu terhadap setiap pernyataan tentang **"Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa"**

C. IDENTITAS PENELITI

Nama Peneliti : Tusamma Salsabila
NIM : 2008086009
Judul Penelitian : Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

D. IDENTITAS VALIDATOR

Nama Validator : Erna Wijayanti, M.Pd.
NIP : 199011262019032019
Jabatan : Ahli Keterampilan Proses Sains
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Tanggal Pengisian :

E. PENILAIAN

Kategori	Skor
Tidak Baik (TB)	1
Kurang Baik (KB)	2
Cukup Baik (CB)	3
Baik (B)	4
Sangat baik (SB)	5

F. INSTRUMEN PENILAIAN

No.	Indikator	Aspek Yang Dinilai	Skor				
			TB	KB	CK	B	SB
1.	Mengamati	Memperhatikan detail yang relevan dari obyek yang diamati					
2.	Perbandingan	Membandingkan dari berbagai sudut atau sudut pandang					
3.	Mengklasifikasikan	Mengelompokkan berbagai hal dan memberikan detail melalui perbedaan dan persamaan					
4.	Pengukuran	Memilih dan menggunakan alat dan bahan, termasuk penggunaan teknologi digital yang sesuai untuk mengumpulkan serta mencatat data secara sistematis dan akurat					
5.	Berkomunikasi	Memberikan penjelasan yang jelas, rinci dan sistematis					
6.	Menyimpulkan	Memberikan kesimpulan terkait data yang didapatkan					

G. SARAN

Bagian	Jenis Kesalahan	Saran atau Masukan

H. INDIKATOR PENILAIAN

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

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{Jumlah Skor Yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100 \%$$

Selanjutnya persentase kelayakan didapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

No.	Persentase (%)	Kategori Kelayakan
1.	<21%	Sangat Tidak Layak
2.	21 – 40%	Tidak Layak
3.	41 – 60%	Cukup Layak
4.	61 – 80%	Layak
5.	81 – 100%	Sangat Layak

Kesimpulan

Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa Dinyatakan*) :

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan revisi
3. Tidak dapat digunakan

***) Lingkari salah satu**

Semarang,.....2024

Ahli Keterampilan Proses Sains

(Erna Wijayanti, M.Pd.)

Lampiran 11. Hasil Validasi Angket Ahli Keterampilan Proses Sains

LEMBAR VALIDASI

PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI DIGITAL BERBASIS

KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap terhadap produk petunjuk praktikum digital yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini

B. PETUNJUK

Berilah tanda Cek (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu terhadap setiap pernyataan tentang "Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa"

C. IDENTITAS PENELITIAN

Nama Peneliti : Tusamma Salsabila
NIM : 2008086009
Judul Penelitian : Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

D. IDENTITAS VALIDATOR

Nama Validator : Erna Wijayanti, M.Pd.
NIP : 199011262019032019
Jabatan : Ahli Keterampilan Proses Sains
Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Tanggal Pengisian :

E. PENILAIAN

Kategori	Skor
Tidak Baik (TB)	1
Kurang Baik (KB)	2
Cukup Baik (CB)	3
Baik (B)	4
Sangat baik (SB)	5

F. INSTRUMEN PENILAIAN

No.	Indikator	Aspek Yang Dinilai	Skor				
			TB	KB	CK	B	SB
1.	Mengamati	Memperhatikan detail yang relevan dari obyek yang diamati			✓		
2.	Perbandingan	Membandingkan dari berbagai sudut atau sudut pandang				✓	
3.	Mengklasifikasikan	Mengelompokkan berbagai hal dan memberikan detail melalui perbedaan dan persamaan					✓
4.	Pengukuran	Memilih dan menggunakan alat dan bahan, termasuk penggunaan teknologi digital yang sesuai untuk mengumpulkan serta mencatat data secara sistematis dan akurat				✓	
5.	Berkomunikasi	Memberikan penjelasan yang jelas, rinci dan sistematis			✓		
6.	Menyimpulkan	Memberikan kesimpulan terkait data yang didapatkan					✓

G. SARAN

Bagian	Jenis Kesalahan	Saran atau Masukan
Lihat catatan di lembar praktikum.		

H. INDIKATOR PENILAIAN

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

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{Jumlah Skor Yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100 \%$$

Selanjutnya persentase kelayakan didapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

No.	Persentase (%)	Kategori Kelayakan
1.	<21%	Sangat Tidak Layak
2.	21 – 40%	Tidak Layak
3.	41 – 60%	Cukup Layak
4.	61 – 80%	Layak
5.	81 – 100%	Sangat Layak

Kesimpulan

Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa Dinyatakan*) :

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan revisi
3. Tidak dapat digunakan

*)Lingkari salah satu

19 Maret
Semarang,.....2024

Ahli Keterampilan Proses Sains



(Erna Wijayanti, M.Pd.)

PRAKTIKUM ACARA KE-1

- **Aspek Mengamati**

- a. Bagaimana bentuk sel pada hewan yang bisa diamati?
- b. Bagaimana bentuk sel pada tumbuhan yang bisa diamati?

- **Aspek Perbandingan**

c. Apa saja yang ditemukan & sel hewan,
Apa yang membedakan sel hewan dan sel tumbuhan? sel tumbuhan?

- **Aspek Mengklasifikasikan**

Klasifikasikan ciri-ciri sel hewan dan sel tumbuhan sebagai berikut!

1. Ukuran sel lebih kecil
2. Mempunyai bentuk yang tetap
3. Mempunyai dinding sel dari selulosa
4. Asal energi dari makanan atau bersifat heterotroph dari lingkungan atau organisme lain
5. Mempunyai sentriol
6. Tidak mempunyai sentrosom
7. Tidak memiliki dinding sel
8. Asal energi dari fotosintesis atau bersifat autotroph
9. Memiliki vakuola atau rongga sel yang berukuran besar
10. Tidak memiliki plastida
11. Nukleus lebih kecil daripada vakuola
12. Tidak mempunyai flagel
13. Tidak mempunyai bentuk yang tetap
14. Ukuran sel lebih besar
15. Mempunyai plastida
16. Tidak mempunyai vakuola
17. Menyimpan tenaga dalam bentuk butiran glikogen
18. Mempunyai sentrosom
19. Menyimpan tenaga dalam bentuk butiran pati
20. Tidak mempunyai lisosom
21. Mempunyai lisosom

22. Nukleus besar daripada vesikel

23. Mempunyai flagel

24. Tidak mempunyai sentriol

Aspek Berkomunikasi

Deskripsikan hasil dari pengamatan yang sudah dilakukan!

Lisan
tulisan

Aspek Menyimpulkan

Buatlah kesimpulan berdasarkan tujuan praktikum yang sudah dilakukan!

pilih yg mana?

→ tulisan
- poster.
- Laporan sederhana.

Lisan
presentasikan hasil
di depan kelas.

Misal :

- buat poster berdasarkan hasil praktikum.
- presentasikan hasil praktikum di depan kelas.

PRAKTIKUM ACARA KE-2

- Aspek Mengamati

1. Difusi → Adakah perubahan warna pada air setelah mengalami penambahan sirup? Mengapa?
2. Osmosis → Adakah perubahan panjang kentang setelah mengalami perlakuan diatas? Mengapa?

- Aspek Perbandingan

Berdasarkan pengamatan pada masing-masing gelas, manakah kentang yang memiliki tekstur akhir paling lembek dalam proses osmosis? Mengapa demikian?

- Aspek Mengklasifikasikan

Klasifikasikan jenis larutan yang digunakan dalam praktikum difusi dan osmosis berdasarkan tingkat konsentrasi nya (hipotonik, isotonik, dan hipertonik)!

- Aspek Pengukuran

Berapakah waktu yang diperlukan dalam proses perubahan warna air hingga konsentrasi zat menjadi sama/seimbang?

- Aspek Berkomunikasi

Deskripsikan hasil dari pengamatan yang sudah kalian lakukan!

- Aspek Menyimpulkan

Buatlah kesimpulan berdasarkan tujuan praktikum yang sudah dilakukan!

↓
ditimbang 1 g

PRAKTIKUM ACARA KE-3

- **Aspek Mengamati**
 1. Apa saja jaringan yang terdapat pada akar, batang, dan daun pada tumbuhan dikotil dan monokotil?
 2. Apa saja struktur atau bagian yang terdapat pada preparat jaringan hewan yang kalian amati?
- **Aspek Perbandingan**
 1. Mengapa perbedaan struktur dari tumbuhan dikotil dan monokotil ini bisa mempengaruhi kemampuan tumbuhan untuk mengangkut air dan nutrisi?
 2. Jelaskan perbedaan bentuk-bentuk sel penyusun jaringan epitel yang kalian amati!
- **Aspek Mengklasifikasikan**
 1. Klasifikasikan perbedaan utama tumbuhan dikotil dan monokotil berdasarkan akar, batang, dan daunnya!
 - a) Berbentuk serabut tipis
 - b) Berkas pengangkut teratur membentuk cincin/melingkar
 - c) Tulang daun sejajar
 - d) Memiliki kambium
 - e) Berbentuk akar tunggang
 - f) Tidak memiliki tudung akar
 - g) Tidak memiliki kambium
 - h) Berkas pengangkut tersebar di seluruh batang tanpa susunan khusus
 - i) Tulang daun menyirip/menjari
 - j) Memiliki tudung akar
 2. Apakah antara jaringan hewan yang satu dengan jaringan hewan yang lainnya memiliki kesamaan? Jelaskan!
- **Aspek Berkomunikasi**

Deskripsikan hasil dari pengamatan yang sudah kalian lakukan!
- **Aspek Menyimpulkan**

Buatlah kesimpulan dari hasil pengamatan yang sudah kalian lakukan!

PRAKTIKUM ACARA KE-4

- **Aspek Mengamati**

Berdasarkan uji coba (praktikum) yang sudah dilakukan, apakah golongan darah seseorang bisa mengalami perubahan? *Jelaskan alasanmu!*

- **Aspek Perbandingan**

Mengapa setiap golongan darah memberikan reaksi yang berbeda ketika dicampurkan dengan serum Anti-A, serum Anti-B, dan serum Anti-D (Rh)?

- **Aspek Mengklasifikasikan**

Apa yang membedakan golongan darah A, B, AB, dan O?

- **Aspek Pengukuran**

Bagaimana proses pengambilan sampel darah untuk pengukuran golongan darah?

Pada angka berapa *blood lancet* biasa digunakan untuk pengambilan sampel? *10 mm*

- **Aspek Berkomunikasi**

Deskripsikan hasil dari pengamatan yang sudah dilakukan!

- **Aspek Menyimpulkan**

Buatlah kesimpulan berdasarkan tujuan praktikum yang sudah dilakukan!

Lampiran 12. Kisi-Kisi Instrumen Angket Validasi Guru Biologi

LEMBAR RESPON GURU BIOLOGI

Judul Penelitian : PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI DIGITAL SMA KELAS XI SEMESTER GASAL UNTUK MENGASAH KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR SISWA

Penyusun : Tusamma Salsabila

A. PENGANTAR

Lembar respon ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu sebagai guru biologi terhadap produk petunjuk praktikum digital yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu menjadi responden dan mengisi lembar respon ini.

B. PETUNJUK

1. Lembar ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat dan penilaian Bapak/Ibu sebagai guru biologi tentang Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa.
2. Bacalah dengan seksama setiap item pernyataan dan pilihan jawabannya.
3. Berilah tanda Cek (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

C. PENILAIAN

1. STS : Sangat Tidak Setuju
2. TS : Tidak Setuju
3. KS : Kurang Setuju
4. S : Setuju
5. SS : Sangat Setuju

D. IDENTITAS GURU BIOLOGI

Nama Guru :
NIP :
Jabatan :
Instansi :
Tanggal Pengisian :

E. INSTRUMEN PENILAIAN

No.	Kriteria Penilaian	Respon				
		STS	TS	KS	S	SS
Isi						
1.	Kesesuaian materi dengan Tujuan Pembelajaran					
2.	Kebenaran konsep materi yang ada dalam petunjuk praktikum digital berbasis keterampilan proses sains dasar					
3.	Materi yang ada dalam petunjuk praktikum digital berbasis keterampilan proses sains dasar disajikan secara sistematis					
4.	Gambar yang terdapat di petunjuk praktikum digital berbasis keterampilan proses sains dasar dapat membantu memperjelas materi					
Bahasa						
5.	Bahasa yang digunakan untuk menguraikan materi sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)					
6.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat berpikir siswa					
7.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami					
8.	Kesesuaian istilah yang digunakan pada materi					
9.	Ketepatan penulisan tanda baca					
10.	Kalimat yang digunakan jelas dan mudah dipahami					
11.	Kebakuan istilah yang digunakan pada materi					
12.	Konsistensi penggunaan istilah					
Desain Produk						
13.	Kesesuaian desain website dalam mempresentasikan isi website					
14.	Kecocokan layout atau tata letak dengan desain isi					
15.	Pemilihan jenis dan ukuran huruf (<i>font</i>) mudah dibaca, tidak typo, jelas dan tepat					
16.	Desain website kreatif dan menarik					
Kualitas Produk						
17.	Produk dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang					
18.	Produk sesuai dengan kondisi dan kebutuhan siswa					
Penggunaan Produk						
19.	Kemampuan produk sebagai perangkat pembelajaran					
20.	Kemampuan media dapat menarik perhatian siswa dalam pembelajaran					

Kemudahan Penggunaan Produk						
21.	Fleksibilitas website (dapat diakses siapa saja, dimana saja dan kapan saja)					
22.	Keefektifan dan efisiensi website					
Petunjuk Praktikum						
23.	Petunjuk praktikum mempermudah melakukan praktikum					
24.	Petunjuk praktikum dapat mempermudah memahami materi					

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

F. SARAN

Bagian	Jenis Kesalahan	Saran atau Masukan

Lampiran 13. Hasil Validasi Angket Guru Biologi

LEMBAR RESPON GURU BIOLOGI

Judul Penelitian : PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI DIGITAL SMA KELAS XI SEMESTER GASAL UNTUK MENGASAH KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR SISWA

Penyusun : Tusamma Salsabila

A. PENGANTAR

Lembar respon ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu sebagai guru biologi terhadap produk petunjuk praktikum digital yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu menjadi responden dan mengisi lembar respon ini.

B. PETUNJUK

1. Lembar ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat dan penilaian Bapak/Ibu sebagai guru biologi tentang Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa.
2. Bacalah dengan seksama setiap item pernyataan dan pilihan jawabannya.
3. Berilah tanda Cek (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

C. PENILAIAN

1. STS : Sangat Tidak Setuju
2. TS : Tidak Setuju
3. KS : Kurang Setuju
4. S : Setuju
5. SS : Sangat Setuju

GURU BIOLOGI

Nama Guru : FAUZYUL BARIKOH
NIP :
Jabatan : GURU BIOLOGI
Instansi :
Tanggal Pengisian : 29 Maret 2024

D. INSTRUMEN PENILAIAN

No.	Kriteria Penilaian	Respon				
		STS	TS	KS	S	SS
Isi						✓
1.	Kesesuaian materi dengan Tujuan Pembelajaran					
2.	Kebenaran konsep materi yang ada dalam petunjuk praktikum digital berbasis keterampilan proses sains dasar					✓
3.	Materi yang ada dalam petunjuk praktikum digital berbasis keterampilan proses sains dasar disajikan secara sistematis					✓
4.	Gambar yang terdapat di petunjuk praktikum digital berbasis keterampilan proses sains dasar dapat membantu memperjelas materi				✓	✓
Bahasa						
5.	Bahasa yang digunakan untuk menguraikan materi sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)				✓	✓
6.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat berpikir siswa					✓
7.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami					✓
8.	Kesesuaian istilah yang digunakan pada materi					✓
9.	Ketepatan penulisan tanda baca				✓	
10.	Kalimat yang digunakan jelas dan mudah dipahami					✓
11.	Kebakuan istilah yang digunakan pada materi					✓
12.	Konsistensi penggunaan istilah				✓	
Desain Produk						
13.	Kesesuaian desain website dalam mempresentasikan isi website					✓
14.	Kecocokan layout atau tata letak dengan desain isi					✓
15.	Pemilihan jenis dan ukuran huruf (<i>font</i>) mudah dibaca, tidak typo, jelas dan tepat					✓
16.	Desain website kreatif dan menarik					✓
Kualitas Produk						
17.	Produk dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang					✓
18.	Produk sesuai dengan kondisi dan kebutuhan siswa					✓
Penggunaan Produk						
19.	Kemampuan produk sebagai perangkat pembelajaran					✓
20.	Kemampuan media dapat menarik perhatian siswa dalam pembelajaran					✓

Kemudahan Penggunaan Produk						
21.	Fleksibilitas website (dapat diakses siapa saja, dimana saja dan kapan saja)				✓	
22.	Keefektifan dan efisiensi website					✓
Petunjuk Praktikum						
23.	Petunjuk praktikum mempermudah melakukan praktikum				✓	
24.	Petunjuk praktikum dapat mempermudah memahami materi					✓

$$= \frac{117}{120} \times 100\%$$

$$= 97,5\%$$

(Sangat layak)

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

E. SARAN

Bagian	Jenis Kesalahan	Saran atau Masukan
Prosedur kerja GSMOSIS	Belum dicantumkan detail konsentrasi larutan yang digunakan	ditambahkan konsentrasi larutan yang digunakan

Kesimpulan

Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa Dinyatakan*):

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan revisi
3. Tidak dapat digunakan

*) Lingkari salah satu

Lamongan, 29 Maret 2024

Guru Biologi



(Faiqotul Bariroh, S.Pd.)

Lampiran 14. Kisi-Kisi Instrumen Angket Respon Siswa

LEMBAR RESPON SISWA

Judul Penelitian : PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI DIGITAL SMA
KELAS XI SEMESTER GASAL UNTUK MENGASAH KETERAMPILAN
PROSES SAINS DASAR SISWA

Penyusun : Tusamma Salsabila

A. PENGANTAR

Lembar respon ini digunakan untuk memperoleh penilaian anda sebagai siswa terhadap produk petunjuk praktikum digital yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas ketersediaan anda menjadi responden dan mengisi lembar respon ini.

B. PETUNJUK

1. Lembar ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat dan penilaian anda sebagai siswa tentang Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa.
2. Bacalah dengan seksama setiap item pernyataan dan pilihan jawabannya.
3. Berilah tanda Cek (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat anda.
4. Jawablah dengan jujur karena lembar respon ini tidak akan mempengaruhi nilai anda.

C. PENILAIAN

1. STS : Sangat Tidak Setuju
2. TS : Tidak Setuju
3. KS : Kurang Setuju
4. S : Setuju
5. SS : Sangat Setuju

D. IDENTITAS SISWA

Nama Siswa :
Kelas :
No. Absen :
Tanggal Pengisian :

E. INSTRUMEN PENILAIAN

No	Indikator	Pernyataan	Respon				
			STS	TS	KS	S	SS
1.	Kemudahan petunjuk praktikum untuk dipahami	Petunjuk penggunaan petunjuk praktikum disampaikan dengan jelas dan runtut					
		Huruf (<i>font</i>) yang digunakan ukurannya proporsional dan mudah untuk dibaca					
		Tulisan pada petunjuk praktikum ini mudah untuk dibaca					
		Penggunaan komposisi warna petunjuk praktikum nyaman untuk dilihat					
		Bahasa yang digunakan mudah untuk dipahami					
		Materi disajikan secara runtut					
		Petunjuk praktikum mudah diakses dan digunakan					
2.	Kejelasan dalam penggunaan ilustrasi dan contoh	Gambar yang ditampilkan sesuai dengan isi materi					
		Peletakan gambar memudahkan untuk dicermati					
		Soal latihan disajikan dengan jelas dan tidak berbelit-belit					
		Video yang tersedia menarik untuk ditonton					
		Soal latihan sesuai dengan isi materi yang dijelaskan					
3.	Kemampuan petunjuk praktikum dalam mengasah keterampilan proses sains dasar siswa	Video, gambar, dan materi yang terdapat dalam petunjuk praktikum dapat mengasah keterampilan proses sains dasar siswa					
		Petunjuk praktikum dapat menarik siswa untuk mencari tahu lebih luas tentang materi yang disajikan					
4.	Kegunaan petunjuk praktikum sebagai	Pemahaman tentang materi biologi kelas XI semester gasal meningkat setelah menggunakan petunjuk praktikum ini					

	perangkat ajar	Petunjuk praktikum ini dapat meningkatkan rasa ingin tahu setelah mempelajarinya					
		Petunjuk praktikum ini dapat mendorong siswa untuk mencari informasi lebih lanjut					
		Materi yang disajikan dalam Petunjuk praktikum membuat belajar menjadi tidak jenuh dan menyenangkan					

Komentar/Masukan/Pendapat/Saran terhadap Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Semarang,.....2024

Responden

(.....)

Lampiran 15. Sampel Hasil Angket Respon Siswa (Uji Skala Kecil)

LEMBAR RESPON SISWA

Judul Penelitian : PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM BIOLOGI DIGITAL SMA KELAS XI SEMESTER GASAL UNTUK MENGASAH KETERAMPILAN PROSES SAINS DASAR SISWA

Penyusun : Tusamma Salsabila

A. PENGANTAR

Lembar respon ini digunakan untuk memperoleh penilaian anda sebagai siswa terhadap terhadap produk petunjuk praktikum digital yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas ketersediaan anda menjadi responden dan mengisi lembar respon ini.

B. PETUNJUK

1. Lembar ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat dan penilaian anda sebagai siswa tentang Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa.
2. Bacalah dengan seksama setiap item pernyataan dan pilihan jawabannya.
3. Berilah tanda Cek (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat anda.
4. Jawablah dengan jujur karena lembar respon ini tidak akan mempengaruhi nilai anda.

C. PENILAIAN

1. STS : Sangat Tidak Setuju
2. TS : Tidak Setuju
3. KS : Kurang Setuju
4. S : Setuju
5. SS : Sangat Setuju

IDENTITAS SISWA

Nama Siswa : Zakkiyah Zahra Fuadah
Kelas : XII-3
No. Absen : 42
Tanggal Pengisian : 29 Maret 2024

D. INSTRUMEN PENILAIAN

No	Indikator	Pernyataan	Respon				
			STS	TS	KS	S	SS
1.	Kemudahan petunjuk praktikum untuk dipahami	Petunjuk penggunaan petunjuk praktikum disampaikan dengan jelas dan runtut					✓
		Huruf (<i>font</i>) yang digunakan ukurannya proporsional dan mudah untuk dibaca					✓
		Tulisan pada petunjuk praktikum ini mudah untuk dibaca					✓
		Penggunaan komposisi warna petunjuk praktikum nyaman untuk dilihat					✓
		Bahasa yang digunakan mudah untuk dipahami					✓
		Materi disajikan secara runtut					✓
		Petunjuk praktikum mudah diakses dan digunakan					✓
2.	Kejelasan dalam penggunaan ilustrasi dan contoh	Gambar yang ditampilkan sesuai dengan isi materi					✓
		Peletakan gambar memudahkan untuk dicermati					✓
		Soal latihan disajikan dengan jelas dan tidak berbelit-belit					✓
		Video yang tersedia menarik untuk ditonton					✓
		Soal latihan sesuai dengan isi materi yang dijelaskan					✓
3.	Kemampuan petunjuk praktikum dalam mengasah keterampilan proses sains dasar siswa	Video, gambar, dan materi yang terdapat dalam petunjuk praktikum dapat mengasah keterampilan proses sains dasar siswa					✓
		Petunjuk praktikum dapat menarik siswa untuk mencari tahu lebih luas tentang materi yang disajikan					✓
4.	Kegunaan petunjuk praktikum sebagai	Pemahaman tentang materi biologi kelas XI semester gasal meningkat setelah menggunakan petunjuk praktikum ini					✓
		Petunjuk praktikum ini dapat					✓

perangkat ajar	meningkatkan rasa ingin tahu setelah mempelajarinya					✓
	Petunjuk praktikum ini dapat mendorong siswa untuk mencari informasi lebih lanjut					✓
	Materi yang disajikan dalam Petunjuk praktikum membuat belajar menjadi tidak jenuh dan menyenangkan					✓

$$\frac{90}{90} \times 100\% = 100\%$$

Komentar/Masukan/Pendapat/Saran terhadap Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa.

saya sangat setuju dengan penyediaan indikator diatas

.....

.....

.....

.....

.....

Lamongan, 29.01.2024

Responden

Sadiah
(SARAH)

Lampiran 16. Data Keseluruhan Hasil Angket Respon Siswa

No	Nama	Skor	Persentase (%)
1	Suci Ida Farhiyah	86	95,6%
2	Nabila Qurrotu A.	77	85,6%
3	Ismatul Izza	89	98,9%
4	Zahra Hilwasari	87	96,7%
5	Zakkiah Zahra F.	90	100%
6	Rita Novita Sari	86	95,6%
7	Ninda Lailatul S.	86	95,6%
8	Eka Murni Septiani	76	84,5%
9	Zaskiyah Agustina S.	82	91,2%
10	Hilyatun Naqilah	79	87,8%
11	Audina Nova A. A.	81	90%
12	Nihayatul Mazkiyah	73	81,2%
13	Andini Dwi Agustin	77	85,6%
14	Siska Imamatus S.	83	92,3%
15	Nur Shofinah	84	93,4%
16	Andini Amaliyah L.	80	88,9%
17	Sabrina Aurelia P.	77	85,6%
18	Meilani Rahmawati	84	93,4%
19	Dewi Mar`atus S.	75	83,4%
20	Zahwa Fathms A.	79	87,8%
21	Kharismatul H.	75	83,4%
22	Orcha Aulia P.	84	93,4%
23	Mir`atus Sulalah	84	93,4%
24	Dwi Shima Zunilya	75	83,4%
25	Novianti Cahaya F.	75	83,4%
26	Inariani	76	84,5%
27	Ema Erviana Putri D.	75	83,4%
28	Putri Salsabilah R. A.	72	80%
29	Nurul Fitriyah	79	87,8%
30	Isnaeni Nur Auliya	81	90%
31	Ais Nailatul M.	75	83,4%
32	Eka Mei Dina Alyssa	75	83,4%
33	Khofifah Indah P.	70	77,8%
34	Robiatul Adawiyah A.	86	95,6%

No	Nama	Skor	Persentase (%)
35	Hafna Syifa` K. M.	78	86,7%
36	Selvi Auliatul H.	75	83,4%
Nilai Rata-Rata			88,36%
Kriteria			Sangat Layak

Lampiran 17. Surat Penunjukan 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-8467/Un.10.8/J.8/PP.00.9/12/2023 01 Desember 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 : Tusamma Salsabila
NIM : 2008086009
Judul : Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa

dan menunjuk Bapak/Ibu:

1. Dian Tauhidah, M.Pd. sebagai pembimbing metode
2. Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc. sebagai pembimbing materi

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Tembusan:

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

Lampiran 18. Surat Penunjukan Ahli Materi, Media, dan Keterampilan Proses Sains



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-1687/Un.10.8/J.8/PP.00.9/03/2024
Lamp. : -
Hal : Surat Permohonan menjadi Validator

14 Maret 2024

Yth.

Bapak/Ibu

1. Dwimeir Ayu Dewandari Pranatami, M.Sc.
2. Nisa Rasyida, M.Pd.
3. Erna Wijayanti, M.Pd.

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Tusamma Salsabila
NIM : 2008086009
Judul : **Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal Untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa**

Oleh karena itu kami meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi Validator Pengembangan Produk (Materi, Media, dan Keterampilan Proses Sains) 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 19. 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: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.1987/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2024 20 Maret 2024
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah MA Matholli'ul Anwar Lamongan
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Tusamma Salsabila
NIM : 2008086009
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Biologi
Judul Penelitian : Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa.

Dosen Pembimbing : 1. Dian Tauhidah, M.Pd
2. Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc

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 pada 27 Maret s/d 5 April 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.

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

Lampiran 20. Surat Keterangan Riset



**YAYASAN PERGURUAN MATHOLI'UL ANWAR
MADRASAH ALIYAH MATHOLI'UL ANWAR
STATUS: TERAKREDITASI "A"**

NSM : 131235240037

NIS : 310310

NPSN: 20580791

Alamat: Jl. Raya Simo Sungelebak Karanggeneng Lamongan 62254, Narahubung: 082298940350,

Website: www.mamawar.sch.id, Email: mamawarslmo@gmail.com

SURAT KETERANGAN

Nomor: MA-563/187/E-7/03/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. ABDULLOH FAQIH, S.Ag., M.Ag.
NPP : 202001164
Jabatan : Kepala MA Matholi'ul Anwar
Alamat Madrasah : Simo Sungelebak Karanggeneng Lamongan

menerangkan bahwa:

Nama : TUSAMMA SALSABILA
NIM : 2008086009
Program Studi : SI Pendidikan Biologi
Perguruan Tinggi : UIN Walisongo Semarang

Telah mengadakan penelitian di MA Matholi'ul Anwar Simo Sungelebak Karanggeneng Lamongan dalam rangka penyusunan skripsi yang berjudul "Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Digital SMA Kelas XI Semester Gasal untuk Mengasah Keterampilan Proses Sains Dasar Siswa"
Penelitian tersebut dilaksanakan pada tanggal 27 Maret s.d. 05 April 2024.

Demikian surat keterangan ini kami buat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Lamongan, 29 Maret 2024



Kepala Madrasah

Dr. ABDULLOH FAQIH, S.Ag., M.Ag.

NPP. 202001164

Lampiran 21. Dokumentasi Riset



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama : Tusamma Salsabila
TTL : Lamongan, 18 April 2002
Alamat : Dusun Kendal, RT 01/RW 05, Desa
Kendalkemlagi, Kecamatan
Karanggeneng, Kabupaten Lamongan,
62254
No. HP : 085749871605
Email : tusammasalsabila184@gmail.com

B. Riwayat Hidup

1. Pendidikan Formal

- a. PAUD Syifaul Jinnan (2006 – 2007)
- b. TK Syifaul Jinnan (2007 – 2009)
- c. MI Hidayatus Shibyan (2009 - 2014)
- d. MTS Hidayatus Shibyan (2014 – 2017)
- e. MA Matholi`ul Anwar Lamongan (2017 – 2020)
- f. UIN Walisongo Semarang (2020 – 2024)

2. Pendidikan Non Formal

- a. PP. Matholi`ul Anwar Lamongan (2017 – 2020)
- b. PP. Darul Falah Besongo Semarang (2020 – 2024)

C. Prestasi

- i. Juara 1 OBELIA (Olimpiade Biologi Tingkat SMA Sederajat Se-Jawa Timur) (2019)
- ii. Juara 1 Paduan Suara MA/SMA/SMK Sederajat Se-Jawa Timur (2019)
- iii. Juara 3 Lomba Festival Banjari Se-Jawa Tengah dan DIY dalam rangka Haflah Akhirussanah Madrasah Diniyah Al Ihsan Tawang (2022)
- iv. Juara 3 Lomba Banjari dalam rangka Festival Ramadhan tingkat Nasional UNESA (2022)
- v. Juara 2 Lomba Festival Banjari Se-Jawa Tengah dan DIY dalam rangka Tarbiyah Bersholawat Jilid X (2022)
- vi. Juara 2 Lomba Tilawah dalam rangka harlah UKM Risalah (2022)
- vii. Juara 3 Lomba Festival Rebana IKAWAFEST Se-Jawa Tengah (2023)
- viii. Best Jingle Lomba Festival Banjari Se-Jawa Tengah dan DIY dalam rangka haul “SURAU KAMI” (2023)
- ix. Juara Harapan IV Lomba Festival Banjari Se-Jawa Tengah dan DIY dalam rangka haflah khotmil qur`an TPQ Qur`anul Hidayah Dieng Ke-23 (2024)

D. Karya Ilmiah

1. Buku
 - a. Gemuruh Cerita Tautkan Silaturahmi Kita
(2023)

E. Riwayat Organisasi

1. Pengurus PMII Rayon SAINTEK UIN Walisongo Semarang (2020 - 2021)
2. Anggota Departemen Kesenian UKM Risalah UIN Walisongo Semarang (2020 - 2021)
3. Manager UKM Risalah UIN Walisongo Semarang (2021 - 2022)
4. Wakil Sekretaris DEMA FST UIN Walisongo Semarang (2021 - 2022)
5. Koordinator Departemen Kesenian UKM Risalah UIN Walisongo Semarang (2022 - 2023)

Semarang, 22/05/2024



Tusamma Salsabila
NIM. 2008086009