

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *POP-UP BOOK*

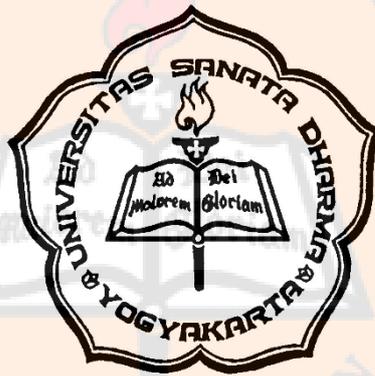
PADA MATERI SUBSTANSI GENETIK UNTUK KELAS XII

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

Program Studi Pendidikan Biologi



Oleh :

Ghina Salsabila

NIM : 161434084

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SANATA DHARMA

YOGYAKARTA

2023

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *POP-UP BOOK*

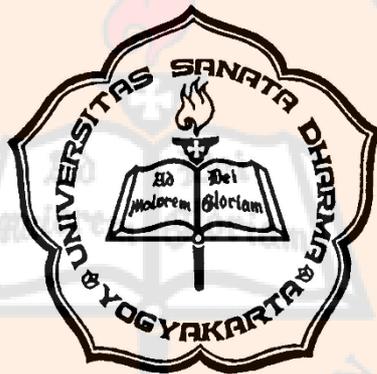
PADA MATERI SUBSTANSI GENETIK UNTUK KELAS XII

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

Program Studi Pendidikan Biologi



Oleh :

Ghina Salsabila

NIM : 161434084

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SANATA DHARMA

YOGYAKARTA

2023

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *POP-UP BOOK*
PADA MATERI SUBSTANSI GENETIK UNTUK KELAS XII**

Oleh :

Ghina Salsabila

NIM : 161434084

Telah disetujui oleh :

Pembimbing,



Ika Yuli Listyarini, M.Pd.

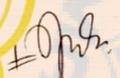
Tanggal, 14 Desember 2022

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *POP-UP BOOK*
PADA MATERI SUBSTANSI GENETIK UNTUK KELAS XII**

Dipersiapkan dan ditulis oleh :
Ghina Salsabila
NIM : 161434084

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

JABATAN	NAMA LENGKAP	TANDA TANGAN
Ketua	: Dra. Maslichah Asy'ari, M.Pd.	
Sekretaris	: Dr. Luisa Diana Handoyo, M.Si.	
Anggota	: Drs. Tri Priantoro, M.For.Sc.	

Yogyakarta, 17 Januari 2023
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sanata Dharma
Dekan,



Drs. Lamsisus Sarkim, M.Ed., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

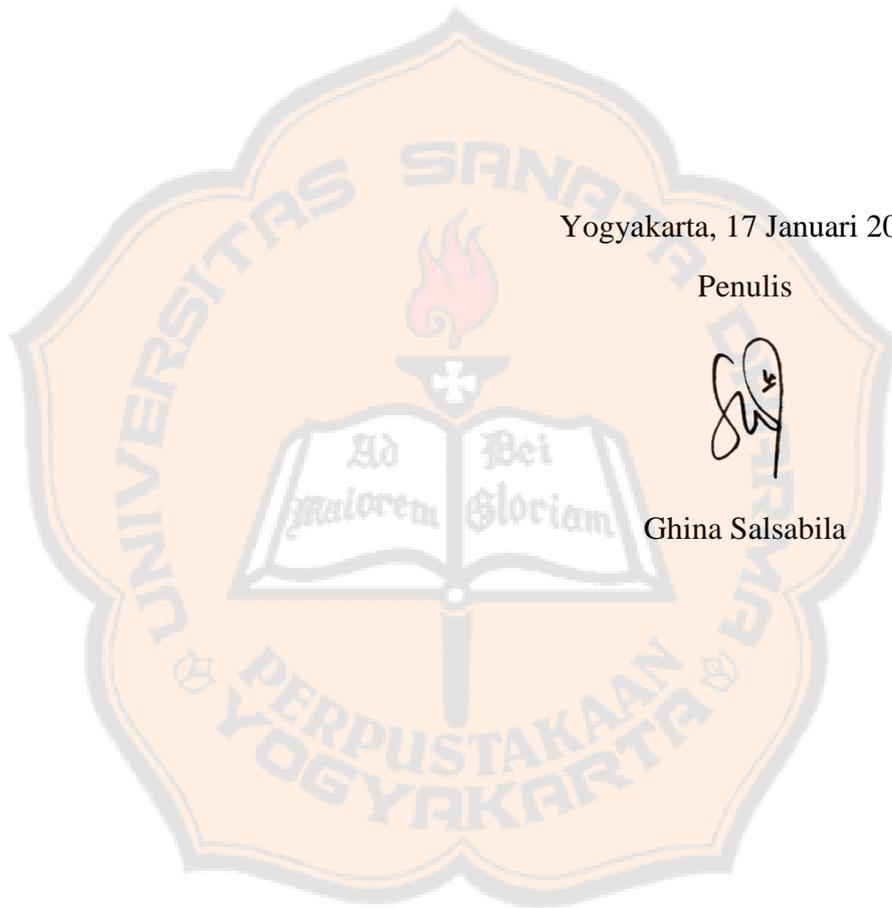
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini tidak memuat karya atau bagian karya orang lain, kecuali telah disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka, sebagaimana layaknya karya ilmiah.

Yogyakarta, 17 Januari 2023

Penulis



Ghina Salsabila



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma :

Nama : Ghina Salsabila

NIM : 161434084

Demi kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul :

“PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *POP-UP BOOK* PADA MATERI SUBSTANSI GENETIK UNTUK KELAS XII”

Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Atas kemajuan teknologi informasi, saya tidak berkeberatan jika nama, tanda tangan, gambar atau *image* yang ada di dalam karya ilmiah saya terindeks oleh mesin pencari (*search engine*), misalnya *google*.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada Tanggal : 17 Januari 2023

Yang menyatakan,

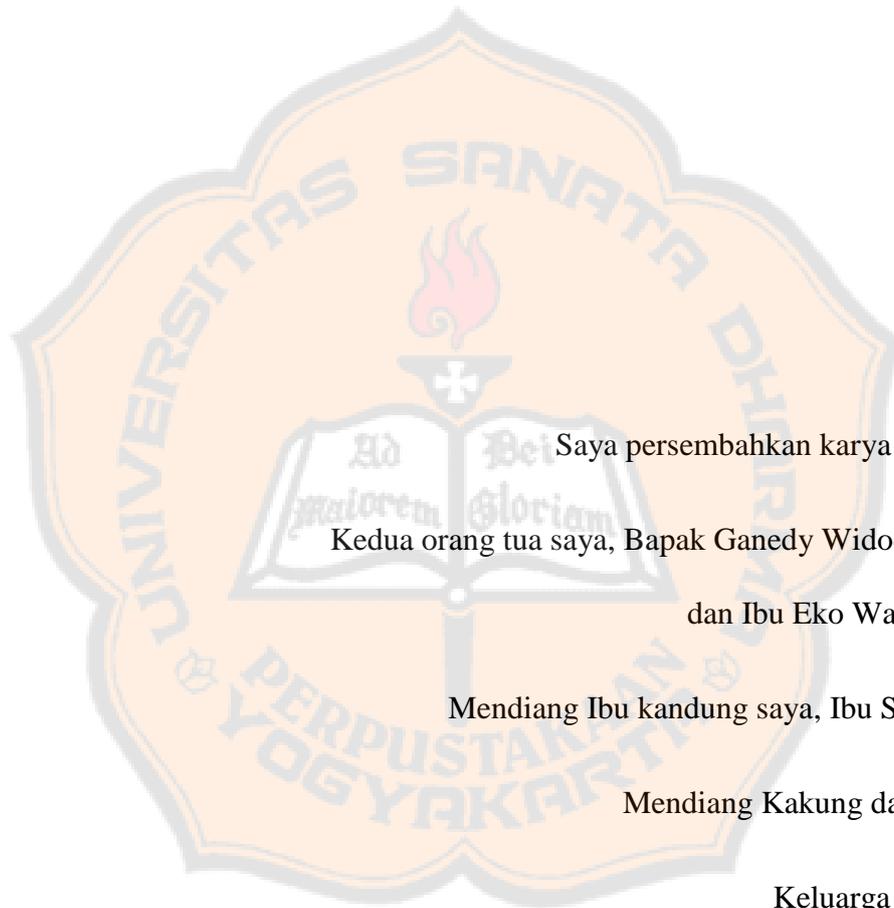


Ghina Salsabila

HALAMAN PERSEMBAHAN

*“.... Tetapi boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu,
dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu.”*

Al-Baqara : 216



Saya persembahkan karya ini untuk :

Kedua orang tua saya, Bapak Ganedy Widodo Seputra

dan Ibu Eko Wahib Janarti

Mendiang Ibu kandung saya, Ibu Siti Rahayu

Mendiang Kakung dan Uti saya

Keluarga besar saya

Almameter Universitas Sanata Dharma

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkah dan limpahan rahmat - Nya yang telah diberikan selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan Skripsi dengan judul “**Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Pop-Up Book* Pada Materi Substansi Genetik Untuk Kelas XII**” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan Sarjana Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma.

Keberhasilan penyusunan dan penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari banyak pihak yang telah mendukung dan membantu saya. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
2. Ibu Ika Yuli Listyarini, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah banyak membantu dan membimbing saya.
3. Ibu Dr. Luisa Diana Handoyo, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma.
4. Ibu Yoanni Maria Lauda Feroniasanti M.Si., Ibu Dra. Maslichah Asy'ari, M.Pd., Ibu Dra. Nurullatun Ekaria, dan Bapak Gunardi, S.Pd., dengan kerendahan hatinya telah bersedia untuk meluangkan waktu dan berkenan menjadi validator produk dalam penelitian ini.

5. Ibu Titik Krisnawati, M.Pd., Ibu Anna Fitriyaningsih, S.Si., M.B.A., Ibu Cahya Imawati, S.Pd., dan Ibu Margaretha Puri Astuti, S.Pd.Si., dengan kerendahan hatinya telah bersedia untuk meluangkan waktu dan berkenan menjadi narasumber dalam penelitian ini.
6. Orang tua saya, Drs. Bapak Ganedy Widodo Seputra dan Dra. Ibu Eko Wahib Janarti atas segala doa dan dukungan yang tidak pernah berhenti.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta Staff Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma.
8. Teman - teman saya Restu Prabawa, Restiningtyas, Albertus Tedy, Damar, Glorry Ayu, dan teman – teman Pendidikan Biologi angkatan 2016 yang telah memberikan dukungan dan bantuan, serta seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan dan penyusunan skripsi ini memiliki banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan. Maka dari itu, penulis berharap atas saran dan kritik yang dapat membangun demi kesempurnaan penulisan agar menjadi lebih baik. Semoga skripsi ini dapat diterima sebagai sumbangan pemikiran penulis yang dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Penulis



Ghina Salsabila

ABSTRAK

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *POP-UP BOOK* PADA MATERI SUBSTANSI GENETIK UNTUK KELAS XII

Ghina Salsabila
161434084

Substansi Genetik merupakan salah satu materi pelajaran biologi yang dianggap cukup sulit. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan pada 4 guru biologi SMA di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, materi Substansi Genetik sering kali dianggap sulit oleh peserta didik karena mencakup materi – materi dalam organisme yang tidak dapat dilihat secara langsung, sehingga dapat menyebabkan miskonsepsi. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang bersifat inovatif dan memuat konsep genetika dengan jelas. Media pembelajaran juga diharapkan dapat mengatasi kendala-kendala yang ditemui oleh guru, khususnya pada penggunaan media pembelajaran berbasis IT. Media pembelajaran berbasis *pop-up book* menjadi salah satu alternatif media pembelajaran yang dapat diterapkan dalam penyampaian materi Substansi Genetik. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII.

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D). Langkah – langkah penelitian mengadaptasi 5 dari 10 tahap penelitian Sugiyono (2019), yaitu 1) potensi dan masalah, 2) pengumpulan data, 3) desain produk, 4) validasi desain, dan 5) revisi desain. Produk yang dihasilkan berupa media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII.

Hasil validasi produk memperoleh rerata skor penilaian sebesar 3,54 dengan kriteria “sangat baik”. Media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII dinyatakan layak dan dapat diujicobakan pada kelompok yang terbatas setelah dilakukan perbaikan berdasarkan saran dan komentar yang diberikan validator.

Kata Kunci : *research and development*, media pembelajaran, *pop-up book*, substansi genetik.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF POP-UP BOOK-BASED LEARNING MEDIA ON GENETIC SUBSTANCE FOR CLASS XII

Ghina Salsabila
161434084

Genetic Substance is one of the biology subjects that has considered quite difficult. Based on needs analysis of 4 high school biology teachers in Special Region of Yogyakarta, Genetic Substance is often considered difficult by students because it includes materials in organisms that cannot be seen directly, which can lead to misconceptions. Therefore, learning media are needed that are innovative and contain concept of genetics. Learning media is also expected to overcome the problems encountered by teachers, especially in the use of IT-based learning media. Pop-up book-based learning media is an alternative learning media that can be applied in the delivery of Genetic Substance. The purpose of this research was to develop and determine the feasibility of pop-up books-based learning media on Genetic Substance subject for class XII.

This research used Research and Development (R&D) method. The research steps while adapted 5 of 10 stages by Sugiyono's (2019), which are 1) potential and problems, 2) data collection, 3) product design, 4) design validation, and 5) design revision. The resulting product is a pop-up book-based learning media on Genetic Substance subject for class XII.

Validation result of pop-up book-based learning media products on Genetic Substance subject for class XII obtained an average rating score of 3.54 with the "very good" criteria. The pop-up book-based learning media products on Genetic Substance for class XII is declared feasible and could be tried out in a limited group after improvements were made based on suggestions and comments by validators.

Keywords : research and development, learning media, pop-up books, genetic substance.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Batasan Masalah	7
D. Tujuan Penelitian	8
E. Manfaat Penelitian.....	9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Kajian Teori	10
1. Pembelajaran Biologi	10
2. Media Pembelajaran	15
3. <i>Pop-Up Book</i>	25
4. Materi Substansi Genetik	40
5. Penelitian <i>Research and Development (R&D)</i>	42
B. Penelitian yang Relevan.....	47
C. Kerangka Berpikir.....	50
BAB III METODE PENELITIAN.....	52
A. Jenis Penelitian	52
B. Definisi Operasional	53
C. Prosedur Pengembangan Produk	54
D. Spesifikasi Produk	56
E. Teknik Pengumpulan Data	57
F. Teknik Analisis Data	62
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	66
A. Hasil Analisis Kebutuhan	66
B. Deskripsi Pengembangan Produk	77
C. Data Hasil Validasi	89
D. Revisi Produk Akhir	96
E. Pembahasan.....	116
F. Kendala dan Keterbatasan Penelitian	124

BAB V PENUTUP.....	125
A. Kesimpulan.....	125
B. Saran.....	126
DAFTAR PUSTAKA	127
LAMPIRAN.....	130



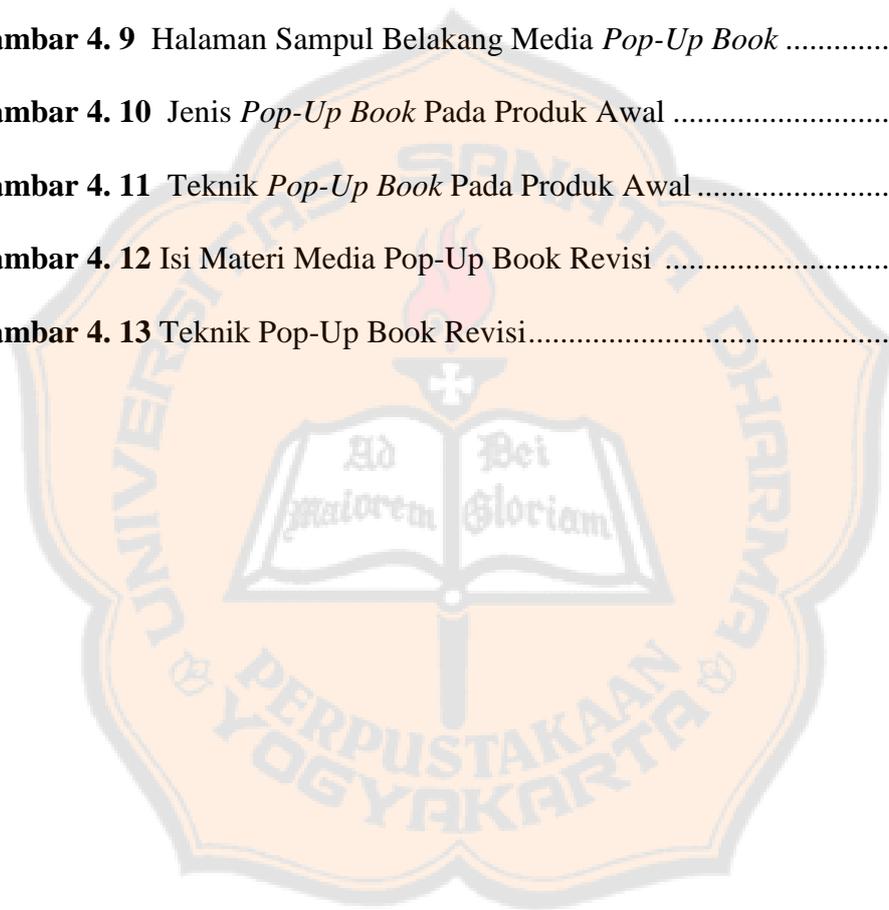
DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Definisi Operasional Penelitian Pengembangan	53
Tabel 3. 2	Kisi – Kisi Panduan Wawancara Analisis Kebutuhan	59
Tabel 3. 3	Kisi – Kisi Panduan Angket Validasi Ahli Materi	60
Tabel 3. 4	Kisi – Kisi Panduan Angket Validasi Ahli Media	61
Tabel 3. 5	Interval Kriteria Penilaian	63
Tabel 4. 1	Rekapitulasi Hasil Wawancara Analisis Kebutuhan	67
Tabel 4. 2	Rekapitulasi Data Hasil Validasi Materi	90
Tabel 4. 3	Komentar dan Saran Ahli Materi (Ibu Y.M.L)	91
Tabel 4. 4	Komentar dan Saran Guru Biologi (Ibu N.E)	92
Tabel 4. 5	Komentar dan Saran Guru Biologi (Bapak G)	93
Tabel 4. 6	Rekapitulasi Data Hasil Validasi Media	94
Tabel 4. 7	Komentar dan Saran Ahli Media (Ibu M.A)	95
Tabel 4. 8	Komentar dan Saran Guru Biologi (Ibu N.E)	95
Tabel 4. 9	Komentar dan Saran Guru Biologi (Bapak G)	95
Tabel 4. 10	Hasil Akhir Validasi Produk	96
Tabel 4. 11	Perbaikan Materi Sesuai Komentar dan Saran Validator	97
Tabel 4. 12	Perbaikan Media Sesuai Komentar dan Saran Validator	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kedudukan Media Pembelajaran Menurut Miarso.....	17
Gambar 2. 2 <i>Pop-Up Book</i> 90 Derajat.....	27
Gambar 2. 3 <i>Pop-Up Book</i> 180 Derajat.....	28
Gambar 2. 4 <i>Pop Up Book</i> 360 Derajat.....	28
Gambar 2. 5 <i>Pop Up Book Transformations</i>	29
Gambar 2. 6 <i>Pop-Up Book Peepshow</i>	30
Gambar 2. 7 <i>Pop-Up Book Volvelles</i>	31
Gambar 2. 8 <i>Pop-Up Book Pull-tabs</i>	31
Gambar 2. 9 <i>Pop-Up Book Carousel</i>	32
Gambar 2. 10 <i>Pop-Up Book Box and Cylinder</i>	33
Gambar 2. 11 <i>Pop-Up Book Lift The Flaps</i>	34
Gambar 2. 12 <i>Pop-Up Book Leporello</i>	34
Gambar 2. 13 <i>Pop-Up Book V-Folding</i>	35
Gambar 2. 14 <i>Pop-Up Book Waterfall</i>	36
Gambar 2. 15 Langkah – Langkah Metode (R&D).....	46
Gambar 2. 16 Skema Bagan Penelitian dan Pengembangan.....	49
Gambar 2. 17 Diagram Alir Kerangka Berfikir.....	51
Gambar 3. 1 Langkah – Langkah Pengembangan Produk.....	56
Gambar 4. 1 Halaman Sampul Depan Media <i>Pop-Up Book</i>	79
Gambar 4. 2 Kata Pengantar Media <i>Pop-Up Book</i>	80
Gambar 4. 3 Daftar Isi Media <i>Pop-Up Book</i>	80

Gambar 4. 4 Langkah – Langkah Penggunaan Media <i>Pop-Up Book</i>	81
Gambar 4. 5 KI, KD, dan IPK Media <i>Pop-Up Book</i>	82
Gambar 4. 6 Pendahuluan Media <i>Pop-Up Book</i>	82
Gambar 4. 7 Isi Materi Media <i>Pop-Up Book</i>	84
Gambar 4. 8 Soal Evaluasi Media <i>Pop-Up Book</i>	85
Gambar 4. 9 Halaman Sampul Belakang Media <i>Pop-Up Book</i>	85
Gambar 4. 10 Jenis <i>Pop-Up Book</i> Pada Produk Awal	87
Gambar 4. 11 Teknik <i>Pop-Up Book</i> Pada Produk Awal	88
Gambar 4. 12 Isi Materi Media <i>Pop-Up Book</i> Revisi	115
Gambar 4. 13 Teknik <i>Pop-Up Book</i> Revisi.....	116



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Silabus Kegiatan Pembelajaran	131
Lampiran 2	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	136
Lampiran 3	Lembar Penilaian Sikap	155
Lampiran 4	Lembar Kerja Peserta Didik 1	160
Lampiran 5	Lembar Kerja Peserta Didik 2	163
Lampiran 6	Lembar Kerja Peserta Didik 3	165
Lampiran 7	Lembar Kerja Peserta Didik 4	167
Lampiran 8	Lembar Penilaian LKPD 1	169
Lampiran 9	Lembar Penilaian LKPD 2	174
Lampiran 10	Lembar Penilaian LKPD 3	177
Lampiran 11	Lembar Penilaian LKPD 4	180
Lampiran 12	Soal Post Test	183
Lampiran 13	Lembar Penilaian Soal Post Test	185
Lampiran 14	Ulangan Harian	191
Lampiran 15	Lembar Penilaian Ulangan Harian	199
Lampiran 16	Kisi-Kisi Soal Ulangan Harian	202
Lampiran 17	Tugas Keterampilan Produk	210
Lampiran 18	Lembar Penilaian Keterampilan	212
Lampiran 19	Surat Izin Kegiatan Wawancara	216
Lampiran 20	Angket Validasi Ahli Materi	220
Lampiran 21	Angket Validasi Ahli Media	224

Lampiran 22	Angket Validasi Guru Biologi 1	227
Lampiran 23	Angket Validasi Guru Biologi 2	233
Lampiran 24	Storyboard Desain Produk	238



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Belajar merupakan suatu tindakan dan perilaku seseorang yang dilakukan secara berkesinambungan dimulai sejak lahir hingga akhir hayat. Belajar pada hakikatnya adalah perubahan yang dimanifestasikan sebagai respons positif untuk menghasilkan perubahan tingkah laku dalam ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Proses belajar di sekolah melibatkan interaksi antara peserta didik dengan guru dan lingkungan sekitar, atau disebut dengan pembelajaran. Pembelajaran dilakukan secara sengaja, terarah dan bertujuan agar peserta didik memperoleh pengalaman yang bermakna (BSNP, 2006). Tujuan dari pembelajaran adalah untuk mengolah informasi agar pengetahuan yang telah dipelajari dapat tertanam dalam diri peserta didik.

Biologi sebagai ilmu hayat mencakup beragam materi tentang makhluk hidup. Menurut Ariyanto, A., Priyayi, D.F., dan Dewi, L (2018), biologi berupa kumpulan fakta dan konsep yang bersifat konkret dan mudah diamati, serta terdapat pula konsep materi yang bersifat abstrak dan tidak mudah diamati. Adanya pembelajaran biologi di sekolah bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mempelajari makhluk hidup berdasarkan tingkat organisasi termasuk interaksinya dengan lingkungan. Pembelajaran biologi diharapkan mampu menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar serta prospek pengembangan lebih

lanjut dalam penerapannya di kehidupan sehari – hari (Arifin, A.N., Aldi., dan Reski, F.I., 2018).

Pada kegiatan PLP-RP dan PLP-KP yang pernah dilakukan oleh peneliti di SMA Negeri 1 Ngaglik dan SMA Negeri 8 Yogyakarta, diketahui bahwa materi pelajaran biologi kelas XII memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi dibandingkan dengan materi biologi kelas X dan XI. Peserta didik menyatakan bahwa beberapa materi pokok biologi kelas XII tidak dapat diobservasi secara langsung di lingkungan sekitar. Selain itu, sarana dan prasarana seperti sumber belajar, alat peraga, dan media pembelajaran yang digunakan dalam penyampaian materi biologi kelas XII masih terbatas. Temuan tersebut peneliti jadikan acuan dalam pembuatan kisi – kisi panduan wawancara analisis kebutuhan pada penelitian ini.

Analisis kebutuhan dilakukan pada 4 guru biologi tingkat SMA di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, meliputi SMA Negeri 1 Ngaglik di Kabupaten Sleman, SMA Negeri 2 Playen di Kabupaten Gunungkidul, SMA BOPKRI 1 di Kota Yogyakarta, dan SMA Stella Duce 2 di Kota Yogyakarta. Metode yang digunakan pada kegiatan analisis kebutuhan yaitu melalui wawancara. Tujuan dari kegiatan analisis kebutuhan adalah untuk mendapatkan informasi yang valid mengenai potensi dan masalah yang ada dalam proses pembelajaran biologi di sekolah, khususnya pada karakteristik materi pelajaran biologi kelas XII dan pemanfaatan media pembelajaran di sekolah.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, diketahui bahwa 3 dari 4 guru biologi menyatakan materi Substansi Genetik sebagai materi yang dianggap cukup sulit oleh peserta didik. Menurut guru, materi Substansi Genetik memiliki karakteristik abstrak terutama pada sub materi sintesis protein, sehingga diperlukan metode dan media pembelajaran yang tepat serta pemahaman konsep yang kuat. Selain itu, guru juga mengalami kesulitan dalam menghubungkan materi Substansi Genetik dengan kehidupan sehari – hari, karena objek yang dipelajari dalam materi Substansi Genetik tidak dapat diamati secara langsung.

Pendapat di atas sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Fauzi, A dan Mitalistiani (2018), dimana materi genetika sebagai materi tersulit bagi kelas XII IPA SMA, dengan presentase sebesar 73,4%, diikuti materi metabolisme sebesar 42,2% dan materi pembelahan sel sebesar 35,9%. Pendapat lain dikemukakan oleh Nusantari (2013), bahwa konsep genetika dirasakan sulit bagi sebagian besar peserta didik di tingkat SMA karena materi bersifat abstrak dan genetika molekuler berkembang sangat pesat sementara informasi yang digunakan oleh guru masih berorientasi pada genetika klasik. Hal tersebut sering kali menyebabkan miskonsepsi baik pada guru maupun peserta didik.

Lingkungan belajar dan strategi pembelajaran yang tepat diperlukan untuk mendukung keberhasilan proses pembelajaran biologi, khususnya pada materi dengan karakteristik abstrak dan tidak mudah diamati. Salah satunya dengan melakukan perencanaan yang baik dalam pemilihan media pembelajaran. Menurut Musfiqon (2012), media pembelajaran memiliki peran penting dalam pembelajaran karena merupakan bagian integral dari proses

pembelajaran. Media pembelajaran berfungsi sebagai alat perantara antara guru dan peserta didik dalam mentransfer ilmu atau informasi yang terdapat pada materi pelajaran agar proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien.

Susilana dan Riyana (2009) menyatakan bahwa, media pembelajaran merupakan wadah dari pesan yang ingin disampaikan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran secara kreatif memperbesar kemungkinan bagi peserta didik untuk lebih giat belajar, memahami materi yang telah dipelajari, dan meningkatkan keterampilan. Maka dari itu, pemilihan media pembelajaran harus disesuaikan dengan komponen pembelajaran lainnya. Kemampuan guru dalam memahami, memilih, dan mendesain berbagai jenis serta karakteristik media pembelajaran juga menjadi faktor dalam keberhasilan proses pembelajaran.

Media pembelajaran yang digunakan oleh 4 guru biologi dalam pembelajaran materi Substansi Genetik antara lain buku teks, PPT, video, kancing genetika, serta gambar model DNA dan RNA. Media pembelajaran yang terlalu kompleks dan luas menyebabkan peserta didik tidak tertarik untuk membaca dan menelaah materi Substansi Genetik (Hera, 2017). Kendala juga ditemukan dalam pemanfaatan media pembelajaran oleh guru di sekolah antara lain, kendala teknis pada pengoperasian LCD untuk media tayang, *trouble* pada media berbasis IT, dan gangguan server pada pelaksanaan kelas *online*. Beberapa guru juga belum memiliki kecakapan dalam mengoperasikan media berbasis IT, sehingga kendala yang ditemui menyebabkan kegiatan pembelajaran biologi menjadi terhambat.

Inovasi pada pengembangan media pembelajaran biologi dapat dilakukan untuk mengatasi kendala – kendala yang ditemui dalam analisis kebutuhan. Pengembangan media pembelajaran tentunya harus disesuaikan dengan materi dan model pembelajaran. Media pembelajaran yang diharapkan oleh guru biologi yaitu bersifat menarik perhatian dan mudah dipahami oleh peserta didik. Media pembelajaran juga mencakup konsep – konsep materi yang konkret serta dapat menghubungkan materi dengan fakta di kehidupan sehari – hari, sehingga dapat menjembatani miskonsepsi pada materi Substansi Genetik.

Alternatif solusi yang ditawarkan peneliti untuk mengatasi permasalahan dari hasil analisis kebutuhan yaitu dengan mengembangkan media konvensional pada kelompok media grafis, bahan cetak dan gambar diam. Jenis – jenis media pada kelompok tersebut adalah poster, papan flanel, *bulletin board*, buku teks, modul, foto, dan media objek tiga dimensi (Susilana dan Riyana, 2009). Salah satu contoh media objek tiga dimensi adalah media *pop-up book*. Media pembelajaran *pop-up book* merupakan media yang bersifat interaktif, sehingga dapat meningkatkan rasa ingin tahu, mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, serta memotivasi peserta didik untuk memahami isi materi pada media pembelajaran (Dzuanda, 2009).

Sebagai media konvensional, media pembelajaran *pop-up book* dapat menjadi alternatif solusi ketika ditemukan kendala pada media pembelajaran berbasis IT, serta menjadi variasi media dalam pembelajaran biologi. Bluemel dan Taylor (2012), menyatakan bahwa media *pop-up book* memiliki daya tarik bagi peserta didik karena dapat menampilkan realisasi cerita melalui gambar

yang dituangkan pada kertas dengan beragam teknik *pop-up book*. Selain itu, media pembelajaran *pop-up book* dapat membantu guru menyampaikan materi biologi yang tidak dapat diamati secara langsung, sehingga peserta didik lebih mudah menangkap informasi pada materi yang dipelajari melalui perwakilan gambar.

Penelitian dan pengembangan pada media pembelajaran berbasis *pop-up book* antara lain telah dilakukan oleh Novianti, N., Nugroho, E.D., dan Ilma, S (2019) dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran *Pop - Up Snakes and Ladders* Pada Materi *Archaeaba* dan *Eubacteria* Kelas X SMA/MA di Daerah Perbatasan”. Penelitian lain dilakukan oleh Rahmi dan Agustina (2018) dengan judul “Pengembangan Media *Pop Up Book (Bilingual)* dengan Pendekatan Model *Problem Based Learning (PBL)* Terhadap Hasil Belajar Siswa SMAN 10 Kelas X Kota Batam” dan penelitian yang dilakukan oleh Lismayanti, M., Hamidah, A., dan Anggereini, E (2016) dengan judul “Pengembangan Buku *Pop Up* Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi *Crustacea* untuk SMA Kelas X”. Ketiga penelitian tersebut dinyatakan valid serta produk yang dihasilkan layak digunakan sebagai media pembelajaran biologi di sekolah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian berjudul “**Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Pop-Up Book* Pada Materi Substansi Genetik Untuk Kelas XII**”. Sebagai bentuk pembaruan dari penelitian sebelumnya, pada penelitian ini terdapat beberapa perbedaan diantaranya adalah materi yang disajikan dalam produk pengembangan media pembelajaran adalah materi Substansi Genetik. Pemilihan

materi Substansi Genetik telah disesuaikan dengan hasil wawancara analisis kebutuhan. Selain itu, jenis dan teknik *pop-up book* yang digunakan adalah *pop-up book* variasi karena pada media pembelajaran menampilkan beberapa jenis dan teknik *pop-up book*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mengembangkan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII?
2. Bagaimana kelayakan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Subtansi Genetik untuk kelas XII?

C. Batasan Masalah

Penelitian berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Pop-Up Book* Pada Materi Substansi Genetik untuk Kelas XII” memiliki beberapa batasan masalah agar tidak menimbulkan kesalahan penafsiran. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

1. Materi yang disajikan dalam media pembelajaran yang dikembangkan peneliti berupa ringkasan materi Subtansi Genetik yang telah disesuaikan dengan KD 3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup dan

KD 4.3 Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein).

2. Analisis kebutuhan hanya dilakukan pada 4 Sekolah Menengah Atas (SMA) di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Dimana dua sekolah merupakan Sekolah Negeri dan dua sekolah merupakan Sekolah Swasta.
3. Penilaian kualitas dan kelayakan produk dalam penelitian “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Pop-Up Book* Pada Materi Substansi Genetik Untuk Kelas XII” dilakukan oleh 4 validator yaitu ahli materi, ahli media, dan 2 guru biologi kelas XII.
4. Penelitian yang dilakukan hanya mencapai tahap validasi dan revisi desain.

D. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII.
2. Mengetahui kelayakan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII.

E. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terlibat yaitu sebagai berikut.

1. Bagi Peneliti

Peneliti memperoleh pengalaman dalam mengembangkan media pembelajaran pada materi Substansi Genetik dan mampu memberikan sumbangan yang baik terhadap dunia pendidikan.

2. Bagi Guru

- a. Membantu guru dalam menyampaikan materi Substansi Genetik melalui media yang dikembangkan agar mudah dipahami oleh peserta didik.
- b. Memberikan inspirasi bagi guru untuk berinovasi dalam mengembangkan media pembelajaran.

3. Bagi Peserta Didik

- a. Membantu peserta didik dalam memahami konsep materi Substansi Genetik dengan media pembelajaran yang berbeda dari sebelumnya.
- b. Meningkatkan motivasi belajar peserta didik melalui media pembelajaran berbasis *pop-up book*.

4. Bagi Sekolah

Menjadi pertimbangan dalam menentukan kebijakan pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan mutu pendidikan di sekolah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pembelajaran Biologi

a. Belajar dan Pembelajaran

Belajar merupakan suatu tindakan dan perilaku seseorang yang dilakukan secara kompleks. Kegiatan belajar dapat dilakukan di mana saja secara berkesinambungan, dimulai sejak lahir hingga akhir hayat. Dalam dunia pendidikan, kegiatan belajar di sekolah dilakukan oleh peserta didik. Peserta didik menjadi penentu terjadinya atau tidak terjadinya proses belajar. Proses belajar terjadi ketika peserta didik memperoleh sesuatu yang ada di lingkungan sekitar. Belajar merupakan suatu proses internal yang meliputi ranah-ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Proses belajar yang mengaktualisasikan ranah-ranah tersebut tertuju pada bahan belajar tertentu (Dimiyati dan Mudjiyono, 2010).

Menurut pendapat Slameto (2015), belajar adalah suatu proses usaha yang dilakukan seseorang untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya. Belajar pada hakikatnya adalah perubahan tingkah laku yang terjadi pada seseorang. Perubahan sebagai hasil dari proses belajar ditunjukkan dalam berbagai aspek, seperti pengetahuan, sikap dan tingkah laku, keterampilan, kecakapan, kebiasaan,

serta aspek – aspek lainnya yang ada pada individu. Setiap perubahan positif dalam diri seseorang merupakan perubahan dalam arti belajar.

Pembelajaran adalah proses belajar yang dilakukan oleh peserta didik dengan guru dan lingkungan. Dalam bidang ilmu pengetahuan, pembelajaran dilakukan di sebuah instansi pendidikan yang disebut sekolah. Pembelajaran dilakukan secara sengaja, terarah dan bertujuan agar peserta didik memperoleh pengalaman yang bermakna (BSNP, 2006). Tujuan dari pembelajaran adalah untuk mengolah informasi agar pengetahuan yang telah dipelajari dapat tertanam dalam diri peserta didik. Menurut Fathurrohman dan Sutikno (2007), pembelajaran adalah suatu proses yang mengandung runtutan perbuatan guru dan peserta didik atas dasar hubungan timbal balik yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan tertentu.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa belajar merupakan tindakan yang dilakukan oleh setiap individu secara mandiri dan dapat terjadi di mana saja. Belajar dilakukan oleh setiap individu untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang lebih baik. Perubahan tersebut dapat dilihat pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Sedangkan, pembelajaran merupakan proses belajar yang terjadi pada lingkup pendidikan. Pembelajaran terjadi ketika terdapat interaksi antara peserta didik dengan guru maupun lingkungannya secara sengaja dan terarah untuk mencapai tujuan tertentu.

b. Pengertian Pembelajaran Biologi

Biologi sebagai ilmu sains diberikan kepada peserta didik dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan dalam mempelajari makhluk hidup berdasarkan tingkat organisasi termasuk interaksinya dengan lingkungan. Pembelajaran biologi diharapkan mampu menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam penerapannya di kehidupan sehari – hari (Arifin, A.N., Aldi., dan Reski, F.I., 2018). Produk keilmuan biologi berupa kumpulan fakta dan konsep yang bersifat konkret dan mudah diamati, namun terdapat pula konsep materi yang bersifat abstrak dan tidak mudah diamati (Ariyanto, A., Priyayi, D.F., dan Dewi, L., 2018).

Menurut Rahmi dan Agustina (2018) belajar biologi tidak hanya membaca materi dan menghafalnya, akan tetapi juga mengingat dan memahami materi agar peserta didik mampu mengembangkan pemahaman fakta, konsep, dan prinsip biologi, serta kemampuan proses ilmiah. Melalui pembelajaran biologi peserta didik dapat memiliki keterampilan meliputi mengamati, hipotesa, menggunakan alat dan bahandengan selalu mempertimbangkan keamanan dan keselamatan kerja, mengajukan pertanyaan, menggolongkan dan menafsirkan data serta dapat mengkomunikasikan hasil temuan secara lisan atau tertulis, menggali dan memilah informasi faktual yang relevan untuk menguji gagasan – gagasan atau memecahkan masalah sehari - hari (Nasution., dkk, 2007).

Berdasarkan Badan Standar Nasional Pendidikan Tahun 2006, pembelajaran biologi yang dilaksanakan di sekolah memiliki tujuan sebagai berikut.

- 1) Membentuk sikap positif peserta didik terhadap biologi dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam, serta mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa.
- 2) Memupuk sikap ilmiah peserta didik, yaitu jujur, objektif, terbuka, ulet, kritis, dan bekerjasama.
- 3) Mengembangkan pengalaman dalam mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis.
- 4) Mengembangkan kemampuan berpikir analitis, induktif, dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip biologi.
- 5) Mengembangkan penugasan konsep dan prinsip biologi dan keterkaitannya dengan ilmu sains lainnya, serta mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan sikap percaya diri.
- 6) Menerapkan konsep dan prinsip biologi untuk menghasilkan karya teknologi sederhana yang berkaitan dengan kebutuhan manusia.
- 7) Meningkatkan kesadaran untuk menjaga kelestarian lingkungan dan berperan dalam tindakan.

c. Pembelajaran Biologi Pada Tingkat SMA

Berdasarkan Badan Standar Nasional Pendidikan Tahun 2006, pembelajaran biologi di SMA merupakan kelanjutan dari pembelajaran IPA pada tingkat SMP yang menekankan pada fenomena alam. Mata pelajaran biologi dikembangkan melalui kemampuan berpikir kritis, induktif, dan deduktif untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peristiwa alam sekitar. Penyelesaian masalah bersifat kuantitatif dan kualitatif, dilakukan dengan pemahaman dalam bidang matematika, fisika, kimia dan pengetahuan pendukung lainnya. Pembelajaran biologi pada penerapannya meliputi aspek – aspek sebagai berikut.

- 1) Hakikat biologi, keanekaragaman hayati dan pengelompokkan makhluk hidup, hubungan antar komponen ekosistem, perubahan materi dan energi, peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem.
- 2) Organisme seluler struktur jaringan, struktur dan fungsi organ tumbuhan, hewan dan manusia serta penerapannya dalam konteks sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat.
- 3) Proses yang terjadi pada tumbuhan, proses metabolisme, hereditas, evolusi, bioteknologi dan implikasinya pada sains, lingkungan teknologi, dan masyarakat.

2. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Menurut Nurdyansyah (2019), media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat menstimulus pikiran, perasaan, perhatian dan minat peserta didik agar dapat menerima makna suatu pesan dari seorang guru, sehingga tercipta proses pembelajaran yang dapat mencapai tujuan pembelajaran. Sedangkan menurut Susilana dan Riyana (2009), media pembelajaran merupakan wadah dari pesan berupa materi yang ingin disampaikan pada proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran secara kreatif dapat memperbesar kemungkinan bagi peserta didik untuk lebih giat belajar, memahami materi yang telah dipelajari, dan meningkatkan keterampilan.

Arsyad (2013), mengemukakan beberapa pendapat dari para ahli terkait pengertian media pembelajaran, antara lain adalah sebagai berikut.

1) Gerlach dan Ely

Media secara garis besar dipahami sebagai materi, atau kejadian yang membangun kondisi peserta didik agar mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap.

2) *Association of Education and Communication Technology (AECT)*

Media pembelajaran merupakan segala bentuk dan saluran yang digunakan untuk menyampaikan suatu pesan atau informasi.

3) Gagne dan Briggs

Media pembelajaran meliputi alat yang digunakan untuk menyampaikan isi materi pengajaran.

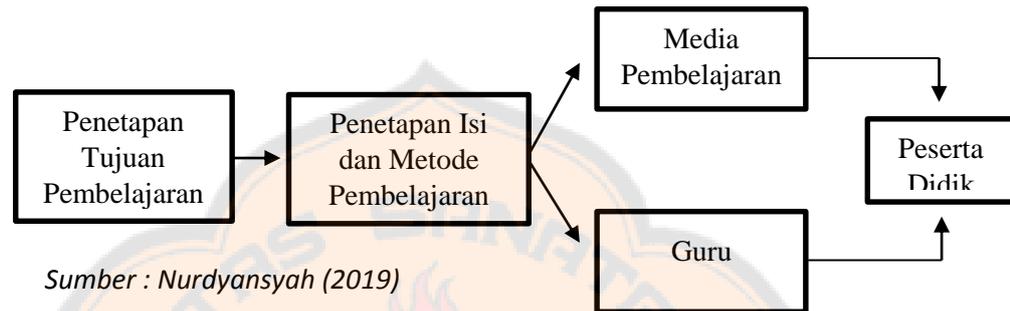
b. Kedudukan Media Pembelajaran

Pembelajaran merupakan sistem yang terdiri dari berbagai komponen atau bagian yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi satu dengan lainnya. Menurut Susilana dan Riyana (2009), komponen dalam sistem pembelajaran meliputi tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, metode pembelajaran, media pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran. Nurdyansyah (2019), menjelaskan bahwa kedudukan media dalam pembelajaran sangat penting, karena media dapat menunjang keberhasilan proses pembelajaran. Media pembelajaran dapat membantu guru dalam penyajian materi pelajaran, sehingga peserta didik akan lebih aktif untuk memecahkan persoalan secara mandiri dengan bantuan media pembelajaran.

Saat ini, proses pembelajaran berfokus pada peserta didik mengikuti kurikulum yang berlaku. Guru berperan sebagai fasilitator yang bertugas memberikan penguatan materi serta memvalidasi informasi – informasi yang dimuat di dalam media pembelajaran. Oleh karena itu, guru dituntut untuk lebih kreatif dalam pemanfaatan media pembelajaran. Media pembelajaran sebagai salah satu komponen dalam sistem pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu bagi guru, akan

tetapi media pembelajaran merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari setiap proses pembelajaran.

Gambaran kedudukan media dalam pembelajaran menurut Miarso dalam Nurdyansyah (2019), disajikan pada **Gambar 2.1** di bawah ini.



Gambar 2.1 Kedudukan Media Pembelajaran Menurut Miarso

c. Fungsi Media Pembelajaran

Secara umum, media pembelajaran berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk memberikan rangsangan belajar kepada peserta didik agar termotivasi mengikuti kegiatan pembelajaran. Selain itu, media pembelajaran juga berfungsi untuk mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan tenaga, serta dapat memperjelas materi ajar. Menurut Musfiqon (2012), fungsi media pembelajaran diantaranya (1) mengubah titik berat pendidikan formal, yaitu dari pendidikan yang menekankan pada intruksional akademis menjadi pendidikan yang mementingkan kebutuhan kehidupan peserta didik, (2) memberikan kejelasan (*clarificaton*), dan memberikan rangsangan (*stimulation*).

Menurut Levie dan Lentz dalam Nurdyansyah (2019), media pembelajaran memiliki empat fungsi yaitu fungsi atensi, fungsi afektif, fungsi kognitif, dan fungsi kompensatoris.

1) Fungsi Atensi

Media pembelajaran merupakan inti yang dapat menarik dan mengarahkan konsentrasi peserta didik pada isi materi yang diberikan melalui tampilan visual disertai teks materi pelajaran.

2) Fungsi Afektif

Media pembelajaran dapat terlihat dari tingkat ketertarikan atau kenyamanan peserta didik ketika membaca teks bergambar terkait isi atau konten pada media. Gambar dan simbol – simbol visual yang ditampilkan pada media dapat menggugah emosi dan sikap peserta didik.

3) Fungsi Kognitif

Media pembelajaran terlihat dari temuan – temuan penelitian yang mengungkapkan bahwa gambar atau simbol visual dapat mempermudah pencapaian tujuan untuk mengingat dan memahami informasi atau pesan yang terkandung dalam gambar.

4) Fungsi Kompensatoris

Media pembelajaran memberikan konteks dalam membantu peserta didik yang lemah dalam membaca untuk dapat lebih memahami teks dan mengorganisasikan informasi yang diterima agar dapat diingat kembali.

d. Manfaat Media Pembelajaran

Menurut Susilana dan Riyana (2009), secara umum media pembelajaran memiliki manfaat diantaranya adalah (1) memperjelas pesan, (2) mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indera, (3) menimbulkan gairah belajar, (4) memungkinkan peserta didik belajar mandiri, (5) memberi stimulus, pengalaman, dan persepsi belajar yang sama. Sedangkan menurut Satrianawati (2018), manfaat media pembelajaran dikelompokkan menjadi 6 aspek sebagai berikut.

1) Penyampaian Materi

Memudahkan guru dalam menyampaikan materi pembelajaran, sehingga peserta didik dapat lebih mudah memahami informasi yang didapatkan dari guru.

2) Konsep

Pemahaman konsep materi oleh peserta didik menjadi lebih konkret dibandingkan tanpa penggunaan media pembelajaran, khususnya pada materi yang bersifat abstrak. Materi yang bersifat abstrak akan lebih mudah dijelaskan melalui gambar pada media pembelajaran.

3) Waktu

Waktu yang digunakan pada proses pembelajaran lebih efektif dan efisien, karena informasi yang disampaikan oleh guru mengenai materi pembelajaran dapat lebih mudah dipahami oleh peserta didik.

4) Minat

Jenis media pembelajaran yang beragam dapat disesuaikan dengan materi pembelajaran, sehingga dapat mendorong peserta didik untuk meningkatkan minat belajar.

5) Situasi Belajar

Penggunaan media pembelajaran menjadikan peserta didik lebih multi-aktif, sehingga peserta didik memiliki rasa ingin tahu terhadap materi yang dipelajari. Guru sebagai fasilitator yang bertugas memvalidasi informasi – informasi pada materi serta memberikan penguatan materi kepada peserta didik.

6) Hasil Belajar

Kualitas hasil mengajar lebih baik dan peserta didik dapat memahami materi lebih mendalam.

e. Jenis - Jenis Media Pembelajaran

Menurut Susilana dan Riyana (2009), media pembelajaran berdasarkan bentuk dan cara penyajiannya diklasifikasikan menjadi tujuh kelompok sebagai berikut.

1) Media Grafis, Bahan Cetak dan Gambar Diam

a) Media Grafis

Media grafis adalah media visual yang dapat mempercepat penyampaian informasi, namun dalam pembuatannya membutuhkan keterampilan khusus terutama pada grafis yang lebih kompleks serta

penyajian informasi hanya bersifat visual. Media grafis meliputi grafik, diagram, bagan, sketsa, poster, papan flanel, dan *bulletin board*.

b) Bahan Cetak

Media bahan cetak merupakan media visual yang menyajikan informasi dalam bentuk cetak/printing. Media bahan cetak meliputi buku teks, modul, dan bahan pengajaran terprogram. Melalui media bahan cetak, peserta didik dapat mempelajari materi kapan saja dan di mana saja. Meskipun demikian, proses pembuatan media bahan cetak membutuhkan waktu yang lama.

c) Gambar Diam

Media gambar diam adalah media visual yang dihasilkan melalui proses fotografi, contohnya foto. Media gambar diam dapat menunjukkan perbandingan yang tepat dari objek yang sebenarnya. Pembuatan media gambar diam terbilang mudah dan harga murah, namun media ini memiliki ukuran yang terbatas sehingga tidak cocok untuk kelompok belajar besar.

2) Media Proyeksi Diam

a) Media OHP dan OHT

OHT adalah media visual yang diproyeksikan melalui alat yang disebut OHP. OHP adalah media yang digunakan untuk memproyeksikan program transparansi pada sebuah layar. OHP dibagi menjadi dua jenis yaitu OHP *classroom* dan OHP *portable*. OHP *classroom* dirancang dan dibuat secara permanen untuk disimpan di suatu kelas atau ruangan, sedangkan OHP *portable* dirancang agar mudah dibawa kemana - mana.

b) *Opaque Projector*

Opaque Projector adalah media yang digunakan untuk memproyeksikan bahan dan benda – benda yang tidak tembus pandang seperti buku, foto dan model - model baik yang dua dimensi maupun tiga dimensi. Media ini tidak memerlukan transparansi, akan tetapi harus ada penggelapan ruangan saat media ini digunakan, agar bahan atau benda yang diproyeksikan dapat ditampilkan secara jelas.

c) *Slide*

Media *slide* atau film bingkai adalah media visual yang diproyeksikan melalui alat yang disebut dengan proyektor *slide*. Media ini dapat meningkatkan minat dan perhatian peserta didik melalui tampilan warna dan gambar yang konkrit.

d) *Filmstrip*

Filmstrip merupakan media visual proyeksi diam yang terdiri atas beberapa film. Media ini mudah digandakan karena tidak memerlukan bingkai. Selain itu frame – frame pada media ini tidak akan tertukar karena merupakan satu kesatuan. Akan tetapi pengeditan dan revisi *filmstrip* relatif sukar, karena harus dilakukan secara khusus.

3) Media Audio

a) Radio

Radio merupakan media audio yang dapat menyampaikan pesan melalui pancaran gelombang elektromagnetik dari suatu pemancar. Media radio memiliki jangkauan yang luas dan variasi program yang cukup

banyak, sehingga dapat mengembangkan imajinasi peserta didik. Sayangnya media radio ini bersifat komunikasi satu arah dan siaran tidak dapat diulang.

b) Alat Perekam Pita Magnetik

Alat perekam pita magnetik merupakan media yang menyajikan pesan melalui proses perekaman kaset audio. Media ini dapat diputar berulang kali, serta rekaman dapat dihapus dan digunakan kembali. Sama halnya dengan media radio, media alat perekam pita magnetik dapat membantu mengembangkan daya imajinasi peserta didik.

4) Media Audio Visual Diam

Media audio visual diam merupakan media yang penyampaian pesannya dapat diterima oleh indera pendengaran dan indera penglihatan, akan tetapi gambar yang dihasilkan adalah gambar diam atau sedikit memiliki unsur gerak.

5) *Film*

Film dapat disebut juga sebagai gambar hidup (*motion picture*), yaitu serangkaian gambar diam (*still pictures*) yang diputar secara cepat dan dapat diproyeksikan sehingga menimbulkan kesan hidup dan bergerak. Media film memberikan kesan yang *impresif* serta pesan yang dapat diterima secara lebih merata oleh peserta didik.

6) Televisi

a) Media Televisi Terbuka (*Open Broadcast Television*)

Media televisi terbuka adalah media audio visual gerak yang penyampaian melalui pancaran gelombang elektromagnetik dari suatu stasiun. Informasi yang disajikan pada media televisi terbuka lebih nyata. Media ini sangat bagus untuk menerangkan sebuah proses kepada peserta didik. Namun tayangan programnya tidak dapat ditampilkan secara berulang sesuai dengan kebutuhan.

b) *Media Cole Circuit Television (CCTV)*

TVST atau CCTV adalah media audio visual gerak yang penyampaian pesannya melalui kabel (bukan TV kabel). Dengan kata lain kamera televisi mengambil suatu objek di studio. Misalnya guru yang sedang mengajar, kemudian hasil pengambilan tadi di distribusikan melalui kabel - kabel ke televisi yang ada diruangan kelas.

c) *Media Video Cassete Recorder (VCR)*

Media VCR menggunakan kaset video untuk merekam dan penayangan melalui televisi, sedangkan media film perekamannya dilakukan dengan menggunakan film *selluloid* yang positif dan gambarnya di proyeksikan melalui proyeksi layar.

7) Multi Media

a) Media Objek

Media objek merupakan media tiga dimensi yang menyampaikan informasi melalui ciri fisiknya sendiri seperti pada ukuran, bentuk, berat, susunan, fungsi dan sebagainya. Media objek dibagi menjadi dua yaitu media objek sebenarnya dan media objek buatan. Media objek sebenarnya dibagi dua jenis, yaitu media objek alami dan media objek buatan. Media objek alami dapat dibagi ke dalam dua jenis objek yang hidup dan objek yang tidak hidup.

b) Media Interaktif

Media interaktif memiliki karakteristik terdapat intraksi antara peserta didik dengan media. Sedikitnya ada tiga macam interaksi yang terjadi, yaitu (1) peserta didik berinteraksi dengan sebuah program, (2) peserta didik berinteraksi dengan mesin, dan (3) mengatur interaksi antara peserta didik secara teratur tapi tidak terprogram.

3. *Pop-Up Book*

a. Pengertian *Pop-Up Book*

Pop-up berasal dari bahasa Inggris yang berarti “muncul keluar”, sedangkan *book* berarti buku. *Pop-up book* diartikan sebagai sebuah buku berisi catatan dan kertas gambar. Bluemel dan Taylor (2012) berpendapat bahwa *pop-up book* merupakan sebuah buku interaktif, di mana *pop-up book* menggunakan macam –macam teknik penempelan kertas seperti

lipatan, gulungan, bentuk roda dan putarannya, sehingga dapat menghasilkan suatu gerakan. Sedangkan menurut pendapat Dzuanda (2009), *pop-up book* merupakan sebuah buku dengan unsur gerakan atau unsur 3 dimensi yang memberikan visualisasi cerita lebih menarik melalui tampilan gambar gerak.

Devi dan Maisaroh (2017), menjelaskan bahwa media *pop-up book* adalah buku yang mengandung unsur hiburan melalui tampilan ilustrasi dengan beragam bentuk dan gerakan. *Pop-up book* tersusun atas kertas yang ditempelkan pada setiap halaman buku. Terdapat berbagai jenis dan teknik dalam *pop-up book* yang dapat menampilkan unsur gambar 3 dimensi maupun unsur gambar 2 dimensi (Johnson, 2005). Berdasarkan pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa *pop-up book* merupakan buku yang dapat menampilkan gambar dua atau tiga dimensi dengan berbagai macam teknik penempelan kertas.

b. Jenis – Jenis Pop-Up Book

Menurut Johnson (2005), jenis – jenis *pop-up book* dibedakan berdasarkan cara pandang mata terhadap media *pop-up book*. Jenis – jenis *pop-up book* antara lain yaitu *pop-up book* 90 derajat, *pop-up book* 180 derajat, dan *pop-up book* 360 derajat. Ketiga jenis *pop-up book* tersebut memiliki dimensi yang berbeda – beda sesuai dengan sudut yang dihasilkan.

1) *Pop-Up Book 90 Derajat*

Pop-up book 90 derajat merupakan jenis *pop-up book* yang membentuk sudut 90 derajat ketika halaman buku dibuka. Objek *pop-up book* dibuat dari potongan kertas yang dilipat dan direkatkan pada tiap sisi kertas pendukung. Kelebihan *pop-up book* ini antara lain mudah dibuat karena bentuk *pop-up book* yang disajikan sederhana, sedangkan kekurangannya adalah jika potongan dibuka melebihi sudut 90 derajat, maka gambar akan terlipat rata, atau dalam beberapa kasus *pop-up book* akan rusak.



Sumber : Pridemore (2007)



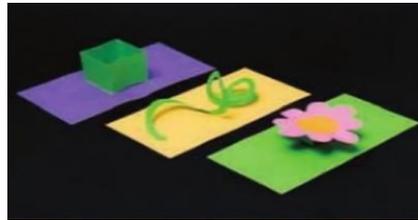
Sumber : popuplab.id

Gambar 2. 2 *Pop-Up Book 90 Derajat*

2) *Pop-Up Book 180 Derajat*

Pop-up book 180 derajat merupakan jenis *pop-up book* yang membentuk sudut 180 derajat ketika halaman buku dibuka. Potongan kertas yang ditempelkan sebagai objek pada buku akan muncul secara otomatis ketika selembar kertas yang telah dilipat menjadi dua dibentangkan. *Pop-up book 180 derajat* memiliki kelebihan gambar tampak secara sempurna karena kertas dibentangkan lurus, sedangkan kekurangannya adalah *pop-up book* jenis ini memiliki tingkat

kerumitan menengah ke atas karena terdapat perhitungan derajat dan sudut pada pola yang dibuat agar kertas tidak robek.



Sumber : Pridemore (2007)



Sumber : domestika.ora

Gambar 2. 3 *Pop-Up Book* 180 Derajat

3) *Pop-Up Book* 360 Derajat

Pop-up book 360 derajat merupakan jenis *pop-up book* yang membentuk 360 derajat, sehingga dapat terlihat dari berbagai sisi dan arah. Kelebihan *pop-up book* ini yaitu objek yang ditampilkan terlihat lebih nyata dan menarik dibandingkan jenis *pop-up* lainnya, sedangkan kekurangannya adalah pembuatannya lebih rumit karena memiliki tingkat ketelitian yang tinggi. Pembuatan *pop-up book* 360 derajat menggunakan perhitungan yang matang dalam pembuatan konsep dan pola *pop-up book*.



Sumber : spoon-tamago.com

Gambar 2. 4 *Pop Up Book* 360 Derajat

c. Teknik *Pop-Up Book*

Menurut Dzuanda (2009) terdapat macam-macam teknik *pop-up book* yang dijadikan sebagai dasar dalam pembuatan *pop-up book*. Teknik *pop-up book* diantaranya adalah *transformations*, *volvelles*, *peepshow*, *pull-tabs*, *carousel*, dan *box and cylinder*.

1) *Pop-Up Book Transformations*

Transformations merupakan *pop-up book* yang terdiri dari potongan - potongan kertas yang disusun secara vertikal membentuk objek 3 dimensi. *Pop-up book* jenis *transformations* memiliki kelebihan yaitu obyek yang ditampilkan tampak lebih nyata karena terdiri dari banyak penempelan kertas. Sedangkan kekurangan dari *pop-up book* ini adalah pembuatannya lebih rumit dan memerlukan waktu cukup lama, sehingga diperlukan keterampilan dan ketelitian agar tidak terjadi kesalahan dalam penempelan kertas.



Sumber : designtrends.com

Gambar 2.5 *Pop Up Book Transformations*

2) *Pop-Up Book Volvelles*

Volvelles merupakan *pop-up book* yang teknik pembuatannya melibatkan peranan poros pada susunan mekanis kertas. *Pop-up book* jenis ini memiliki kelebihan yaitu menyajikan gerakan memutar, sehingga menciptakan aktivitas bagi pembaca melalui perubahan bentuk serta gerakan objek dengan menarik salah satu bagian halaman kertas. Sedangkan kekurangan dari *pop-up book* jenis ini adalah membutuhkan waktu yang cukup lama serta perlu mematangkan ide-ide dan tahapan-tahapan yang diperlukan untuk pembuatan *pop-up book* agar sesuai dengan materi yang akan ditampilkan.



Sumber : pop-up-feerie-livresanimes.fr

Gambar 2. 6 *Pop-Up Book Peepshow*

3) *Pop-Up Book Peepshow*

Peepshow merupakan *pop-up book* dengan serangkaian tumpukan kertas yang disusun menjadi satu sehingga menciptakan ilusi kedalaman yang perspektif. *Pop-up book* jenis ini memiliki kelebihan yaitu tampilan tersusun rapi dan menarik. Sedangkan kekurangan dari jenis ini adalah diperlukan ketelitian dalam pembuatannya sehingga waktu pengerjaannya cenderung lebih lama.



Sumber : lukasново.com

Gambar 2. 7 *Pop-Up Book Volvelles*

4) *Pop-Up Book Pull-tabs*

Pull-tabs merupakan *pop-up book* yang terdiri dari sebuah tab kertas dengan teknik menarik dan mendorong untuk memperlihatkan gerakan gambar baru. *Pop-up book* jenis ini memiliki kelebihan yaitu terdapat aktivitas atau kegiatan dalam media melalui gerakan menarik dan mendorong kertas, sehingga dapat merangsang imajinasi peserta didik. Sedangkan kekurangan dari jenis ini adalah materi yang disajikan terbatas karena lebih menekankan unsur - unsur *pop-up book*, bahkan teks yang disajikan sering kali diabaikan oleh pembaca dan hanya memperhatikan bagian - bagian yang dianggap menarik.



Sumber : greenchairpress.com

Gambar 2. 8 *Pop-Up Book Pull-tabs*

5) *Pop-Up Book Carousel*

Carousel merupakan *pop-up book* yang memanfaatkan tali, pita, atau kancing dalam pembuatannya. *Pop-up book* jenis ini akan menampilkan gambar dengan bentuk yang kompleks apabila halaman dibuka dan dapat dilipat kembali. Kelebihan dari *pop-up book carousel* yaitu dapat merangsang imajinasi pembaca karena penyajian gambar lebih ditonjolkan, sedangkan kekurangannya adalah membutuhkan keterampilan khusus dalam pembuatannya sehingga diperlukan waktu yang cukup lama.



Sumber : www.invaluable.com

Gambar 2. 9 *Pop-Up Book Carousell*

6) *Pop-Up Book Box and Cylinder*

Box and Cylinder merupakan *pop-up book* yang memiliki bentuk kotak atau silinder. *Pop-up book* ini menghasilkan gerakan sebuah kubus atau tabung yang bergerak naik dari tengah halaman ketika buku dibuka. Kelebihan dari teknik ini adalah *pop-up book* pembuatannya cukup mudah dan menghasilkan bentuk dengan jelas. *Pop-up book box and cylinder* cocok digunakan dalam penyampaian

materi bangun dan ruang. Sedangkan kekurangan dari jenis ini adalah ukuran media hanya dapat digunakan untuk kelompok terbatas atau perorangan, jika media dibuat dengan ukuran yang cukup besar dikhawatirkan adanya resiko untuk rusak karena terdapat banyak lipatan kertas yang dibuka dan ditutup.



Sumber : [youtube.com/squaretype](https://www.youtube.com/squaretype)

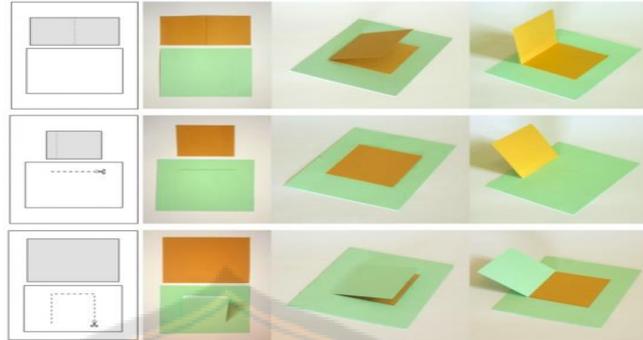
Gambar 2. 10 *Pop-Up Book Box and Cylinder*

Selain teknik *pop-up book* yang telah dikemukakan oleh Dzuanda (2009), terdapat pula teknik *pop-up book* lainnya yang dikemukakan oleh Dyk (2011), diantaranya adalah sebagai berikut.

7) *Pop-Up Book Lift The Flaps*

Lift The Flaps merupakan *pop-up book* yang memiliki teknik penyusunan paling sederhana dengan mekanis teknik penyusunan kertas menyerupai membuka dan menutup jendela. Pesan atau gambar yang disampaikan tersembunyi di halaman dasar penutup. *Pop-up book* jenis ini memiliki kelebihan dapat memancing respon motorik bagi pembaca karena terdapat kegiatan membuka dan menutup setiap halaman *pop-up book*. Sedangkan kekurangan dari jenis ini adalah sulit menampilkan gerak dalam halaman media, serta obyek yang

ditampilkan sering kali hanya berbentuk 2 dimensi.



Sumber : dgi.or.id

Gambar 2. 11 *Pop-Up Book Lift The Flaps*

8) *Pop-Up ook Leporello*

Leporello merupakan sebuah buku dengan penyusunan selembar kertas dibentangkan membentuk lipatan zig-zag atau terdiri dari banyak lipatan. *Pop-up book* jenis ini memiliki kelebihan yaitu teknik pembuatannya cukup mudah, tampilan sederhana dan menarik, serta terdapat aktivitas dalam penggunaan media *pop-up book* sehingga dapat merangsang motorik peserta didik. Sedangkan kekurangan dari jenis ini adalah hanya dapat menampilkan *pop-up book* 2 dimensi.



Sumber : pagefiddler.wordpress.com

Gambar 2. 12 *Pop-Up Book Leporello*

9) *Pop-Up Book V-Folding*

V-Folding merupakan *pop-up book* yang memiliki teknik penyusunan dengan menambahkan panel lipat pada sisi gambar yang akan ditempelkan. Gambar *pop-up book* terbuka dari tengah halaman saat buku dibuka. *Pop-up book* jenis ini memiliki kelebihan tampilan gambar yang dapat bergerak ketika halamannya dibuka atau bagiannya digeser, sehingga gambar terlihat hidup. Sedangkan kekurangan dari jenis ini adalah waktu pengerjaannya cenderung lebih lama karena menuntut keterampilan dan ketelitian yang lebih ekstra.



Sumber : youtube.com/thepop-upchannel

Gambar 2. 13 *Pop-Up Book V-Folding*

10) *Pop-Up Book Waterfall*

Waterfall merupakan *pop-up book* yang memiliki teknik penyusunan dengan memanfaatkan tab penarik pada susunan kertas. Ketika tab kertas ditarik, maka akan menampilkan beberapa gambar pada tumpukan kertas yang disusun secara berurutan. *Pop-up book* jenis ini memiliki kelebihan yaitu pembuatan yang cukup mudah, menyajikan tampilan visual menarik, serta terdapat aktivitas atau kegiatan dalam media melalui gerakan menarik dan mendorong kertas.

Sedangkan kekurangan dari jenis ini adalah perlunya penyesuaian jenis kertas, kualitas kertas, dan ukuran *pop-up book* agar tidak mudah rusak.



Sumber : [youtube.com/priyankapatil](https://www.youtube.com/priyankapatil)

Gambar 2. 14 *Pop-Up Book Waterfall*

d. Manfaat *Pop-Up Book* Sebagai Media Pembelajaran

Penerapan *pop-up book* sebagai media pembelajaran tentunya menjadi sebuah inovasi pada jenis media pembelajaran cetak. Visualisasi gambar dua atau tiga dimensi menjadikan *pop-up book* sebagai media cetak yang unik dan menarik. Bluemel dan Taylor (2012), menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis *pop-up book* dapat diperuntukan bagi segala jenjang sekolah dengan manfaat diantaranya adalah (1) meningkatkan minat membaca atau literasi, (2) meningkatkan pemahaman konsep materi, dan (3) sebagai bahasa kedua.

1) Meningkatkan Minat Membaca (Literasi)

Media cetak seperti buku paket yang sering digunakan oleh guru umumnya menyajikan terlalu banyak tulisan dan memuat isi materi yang kompleks. Berbeda dengan media pembelajaran berbasis *pop-up book*, bentuk *pop-up* pada media pembelajaran menampilkan ilustrasi gambar dengan penyampaian informasi yang singkat dan jelas. Penyajian ilustrasi gambar dengan teknik *pop-up book* yang menarik dapat membuat peserta didik lebih antusias dan termotivasi untuk membaca buku.

2) Pemahaman Konsep Materi

Penggunaan gambar berdimensi dengan berbagai teknik penempelan kertas menjadikan media pembelajaran berbasis *pop-up book* sebagai media pembelajaran interaktif karena terdapat aktivitas yang dapat dilakukan oleh peserta didik setiap kali membuka media *pop-up book*. Hal tersebut dapat meningkatkan rasa ingin tahu, dan antusiasme peserta didik. Visualisasi gambar berdimensi yang disajikan pada *pop-up book* membantu guru untuk menyampaikan materi secara kongkrit, sehingga memudahkan peserta didik untuk memahami konsep materi pelajaran serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

3) Sebagai Bahasa Kedua

Gambar pada media *pop-up book* memiliki dimensi yang dapat membantu peserta didik dengan ketidakmampuan belajar bahasa inggris (ELS) untuk menangkap pesan pada media. Gambar berfungsi sebagai bentuk visualisasi dari informasi yang ingin disampaikan pada media pembelajaran.

Pendapat lain dikemukakan oleh Dzuanda (2009), bahwa *pop-up book* sebagai media pembelajaran memiliki manfaat sebagai berikut.

- 1) Peserta didik memiliki kesadaran untuk menghargai dan memperlakukan buku dengan lebih baik tanpa paksaan dari orang lain.
- 2) Hubungan antara peserta didik dengan orang tua menjadi lebih dekat, karena media *pop-up book* memuat gambar yang menarik, sehingga memberikan kesempatan bagi orangtua untuk membimbing peserta didik memahami materi yang ada di dalam media.
- 3) Mengembangkan kreatifitas dalam berfikir dan menciptakan sesuatu yang baru.
- 4) Menstimulus imajinasi peserta didik melalui gambar berdimensi.
- 5) Menambah pengetahuan melalui media yang kongkrit dengan tampilan gambar asli tentang materi yang diberikan dan memberikan penggambaran bentuk suatu benda.
- 6) Sebagai media untuk menanamkan minat membaca kepada peserta didik.

e. Kelebihan dan Kekurangan Media *Pop-Up Book*

Berdasarkan pendapat Dzuanda (2009), kelebihan dari media *pop-up book* antara lain adalah, dapat memberikan visualisasi cerita melalui tampilan gambar berdimensi, memberikan kejutan melalui beragam unsur gerakan (membuka, mengeser, memutar, merubah bentuk) pada setiap halaman, dan meningkatkan ketertarikan serta antusiasme peserta didik dalam membaca buku. Sedangkan kekurangan dari media *pop-up book* antara lain adalah, proses pengerjaan membutuhkan waktu yang lebih lama daripada media cetak lainnya, mekanisme pembuatan media *pop-up book* lebih rumit sehingga diperlukan ketelitian yang lebih tinggi agar buku bertahan lama, serta biaya produksi lebih mahal.

Pendapat serupa dikemukakan oleh Bluemel dan Taylor (2012), di mana kelebihan media *pop-up book* yaitu, memiliki daya tarik bagi peserta didik karena dapat menampilkan realisasi cerita melalui gambar yang dituangkan pada kertas dengan beragam teknik *pop-up book*. Selain itu, media *pop-up book* dapat melatih psikomotorik bagi peserta didik dengan melakukan inovasi bersama guru untuk membuat kreasi media pembelajaran dari bahan yang murah dan sederhana. Sedangkan kekurangan media *pop-up book* yaitu, pada proses pembuatan *pop-up book* skala besar membutuhkan banyak tim, diantaranya penulis, seniman, ilustrator, fotografer, insinyur kertas, desainer, konsultan, peneliti, dan editor, sehingga proses produksinya membutuhkan waktu yang cukup lama.

4. Materi Substansi Genetik

Substansi Genetik termasuk dalam ilmu cabang biologi yang dikenal dengan istilah Genetika. Substansi Genetik mencakup materi – materi informasi genetika yang dimiliki oleh setiap makhluk hidup, meliputi konsep gen, hubungan gen, DNA, kromosom, polipeptida dan proses sintesis protein. Klug & Cummings dalam Nusantari (2013), menyatakan bahwa genetika adalah cabang biologi yang berkaitan dengan pewarisan sifat dan ekspresi sifat menurun. Berdasarkan pendapat Effendi (2020), genetika merupakan cabang ilmu dari biologi yang menjelaskan persamaan dan perbedaan sifat suatu makhluk hidup yang dapat diturunkan. Ilmu genetika diajarkan pada tingkat SMA kelas XII dengan topik materi Substansi Genetik.

Sesuai dengan lampiran PERMENDIKBUD NOMOR 24 TAHUN 2016 TANTANG KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR PELAJARAN PADA KURIKULUM 2013 PADA PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH, materi Substansi Genetik tertuang dalam KD 3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup dan KD 4.3 Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein). Ruang lingkup genetika yang diajarkan pada tingkat SMA pada umumnya masih menggunakan pemahaman genetika klasik, sehingga sering menimbulkan miskonsepsi.

Menurut Agustina dan Ayu (2021), genetika termasuk dalam ilmu abstrak, di mana genetika merupakan rangkaian hipotesis dan pikiran para ahli genetika yang kemudian diidentifikasi dalam bentuk fisik. Oleh karena itu, genetika sering dianggap sebagai materi yang cukup sulit. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Nusantari (2013), bahwa konsep genetika dirasakan sulit oleh sebagian besar peserta didik di tingkat SMA karena materi bersifat abstrak serta perkembangan genetika molekuler berkembang sangat pesat sementara informasi yang digunakan oleh guru masih berorientasi pada genetika klasik, sehingga sering kali menyebabkan miskonsepsi.

Pendapat lain dikemukakan oleh Duncan dan Tseng (2010), bahwa genetika dianggap sebagai materi yang sulit disebabkan karena adanya fenomena genetika yang kompleks. Fenomena genetika terdiri dari beberapa tingkatan organisasi yang saling berkaitan. Tingkatan organisasi tersebut adalah gen, protein, sel, jaringan, organ, sistem organ, organisme. Setiap tingkatan telah diatur secara hierarki, sehingga elemen – elemen pada satu tingkatan organisasi membentuk elemen – elemen tingkatan organisasi yang semakin tinggi. Sifat atau karakter suatu organisme yang dapat diamati oleh organisme lain tidak secara langsung didapatkan melalui kode genetik saja, akan tetapi didorong oleh proses interaksi pada setiap tingkatan organisasi yang saling berkaitan.

5. Penelitian Research and Development (R&D)

a. Pengertian *Research and Development* (R&D)

Research and Development (R&D) merupakan salah satu jenis penelitian yang dilakukan dengan tujuan menghasilkan suatu produk untuk mengatasi masalah atau kendala yang ditemukan oleh peneliti dalam penelitiannya. Menurut Borg and Gall (dalam Sugiyono, 2019), *Research and Development* (R&D) atau Penelitian dan Pengembangan merupakan proses atau metode yang digunakan untuk memvalidasi dan mengembangkan suatu produk. Produk yang dihasilkan dalam penelitian *Research and Development* (R&D) tidak hanya berupa benda seperti buku teks, film, ataupun *software*, akan tetapi dapat berupa suatu metode, misalnya metode mengajar dan program pendidikan.

Dalam bidang pendidikan, produk yang dihasilkan dari penelitian *Research and Development* (R&D) antara lain (1) kebijakan, (2) kurikulum, (3) model pembelajaran, (4) media pembelajaran, (5) buku ajar, (6) sistem evaluasi, (7) pengembangan tes, (8) model kepemimpinan kepala sekolah, dan (9) model pengawasan pendidikan berbasis teknologi informasi. Pengembangan produk dalam penelitian R&D dapat dilakukan baik dengan mengembangkan produk baru maupun dengan memperbaiki produk yang telah ada sebelumnya sehingga menjadi lebih praktis, efektif, dan efisien.

b. Langkah – Langkah Penelitian *Research and Development* (R&D)

Langkah – langkah penelitian *Research and Development* (R&D) menurut Sugiyono (2019), meliputi 10 tahapan yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, ujicoba awal, revisi produk, ujicoba pemakaian, revisi produk dan produksi masal.

1) Potensi dan Masalah

Potensi merupakan segala sesuatu yang memiliki nilai tambah apabila didayagunakan, sedangkan masalah merupakan penyimpangan antara yang diharapkan dan yang terjadi. Segala potensi dapat berkembang menjadi masalah apabila tidak didayagunakan dengan baik. Potensi dan masalah yang dikemukakan dalam penelitian harus ditunjukkan dengan data empirik. Data tentang potensi dan masalah dapat ditemukan melalui analisa secara mandiri menggunakan sampling, laporan penelitian terdahulu, wawancara, kuisisioner, observasi, dan dokumentasi laporan kegiatan dari perorangan atau instansi yang masih *up to date*.

2) Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan yang dilakukan peneliti di lapangan untuk memperoleh data valid terkait permasalahan yang ada. Data penelitian diperoleh dari informasi yang ditemui pada potensi dan masalah. Data tersebut kemudian ditunjukkan secara faktual dan dikumpulkan sebagai bahan untuk perencanaan produk tertentu yang diharapkan dapat mengatasi masalah yang ditemui. Metode yang

digunakan dalam pelaksanaan pengumpulan data disesuaikan dengan permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti.

3) Desain Produk

Desain produk diwujudkan dalam bentuk gambar atau bagan yang spesifik dilengkapi dengan keterangan – keterangan, sehingga dapat digunakan sebagai panduan dan penilaian dalam pembuatan produk. Selain itu gambar atau bagan yang dibuat dapat memudahkan pihak lain untuk memahaminya.

4) Validasi Desain

Validasi desain didefinisikan sebagai proses kegiatan untuk menilai keefektifan rancangan produk secara rasional. Validasi produk dilakukan dengan menghadirkan beberapa pakar atau tenaga ahli yang sudah berpengalaman untuk menilai produk baru yang telah dirancang, sehingga dapat diketahui kelebihan dan kekurangannya.

5) Revisi Desain

Kegiatan validasi desain yang telah dilakukan oleh pakar dan para ahli akan menghasilkan data berupa kelebihan dan kekurangan dari produk yang dirancang. Kekurangan yang ditemui selanjutnya diminimalisir dengan memperbaiki desain produk.

6) Ujicoba Awal

Setelah melalui validasi dan revisi desain, selanjutnya produk dibuat dalam bentuk prototipe untuk diujicoba. Ujicoba tahap awal dilakukan dengan simulasi penggunaan produk yang dihasilkan.

Setelah disimulasikan, maka dapat diujicobakan pada kelompok terbatas. Tujuan uji coba awal ini adalah untuk mendapatkan informasi terkait perbandingan tingkat efektivitas dan efisiensi dari produk lama dengan produk baru yang dikembangkan.

7) Revisi Produk

Revisi produk dilakukan apabila hasil uji coba menunjukkan bahwa kekurangan pada produk lebih besar daripada tingkat efektivitasnya. Tujuan dari kegiatan revisi produk adalah untuk mengurangi kekurangan dari produk yang dikembangkan, sehingga dapat meningkatkan efektivitas produk.

8) Ujicoba Pemakaian

Setelah pengujian terhadap produk berhasil dan dilakukan revisi produk, maka selanjutnya produk dapat diterapkan dalam lingkup penelitian yang luas. Dalam penerapannya, produk yang dikembangkan tetap dinilai kelebihan dan kekurangannya guna perbaikan lebih lanjut.

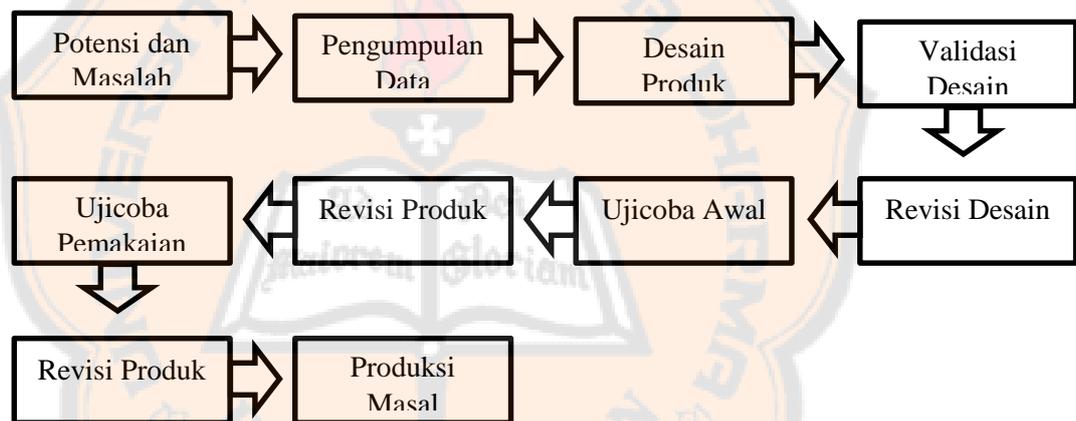
9) Revisi Produk

Pada tahapan ini, revisi produk dilakukan jika dalam penerapannya masih ditemui kekurangan. Kinerja produk yang dikembangkan selalu diawasi dan dievaluasi untuk mengetahui kekurangan – kekurangan yang ditemui, sehingga dapat digunakan sebagai acuan penyempurnaan dan pembuatan produk selanjutnya.

10) Produksi Masal

Pembuatan produk secara masal dilakukan apabila produk yang telah diujicoba dinyatakan efektif dan layak untuk diproduksi. Produksi dapat dilakukan melalui kerjasama dengan perusahaan untuk menerbitkan secara masal produk yang dikembangkan.

Langkah – langkah penelitian *Research and Development* (R&D) yang dikembangkan oleh Sugiyono (2019) disajikan pada **Gambar 2.15** di bawah ini.



Sumber : Sugiyono (2019)

Gambar 2. 15 Langkah – Langkah Metode *Research and Development* (R&D)

B. Penelitian yang Relevan

Konsep ide pengembangan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada penelitian ini didasari oleh penelitian terdahulu, yaitu sebagai berikut.

1. Novianti, N., Nugroho, E.D., dan Ilma, S (2019), dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran *Pop - Up Snakes and Ladders* Pada Materi *Archaeaba* dan *Eubacteria* Kelas X SMA/MA di Daerah Perbatasan”.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kelayakan media pembelajaran *pop-up Snakes and Ladders* pada materi *Archaeaba* dan *Eubacteria* untuk kelas X SMA/MA di daerah perbatasan berdasarkan ahli materi, ahli media, ahli praktisi, dan respon siswa. Media belajar *pop-up Snakes and Ladders* dikembangkan melalui model 4-D (four D), meliputi pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa media *pop-up Snakes and Ladders* pada materi *Archaeaba* dan *Eubacteria* untuk kelas X SMA/MA di daerah perbatasan sangat layak sebagai media pembelajaran dengan perolehan presentase ahli materi sebesar 93,25% (sangat layak), ahli media sebesar 83% (sangat layak), ahli praktisi sebesar 88% (sangat layak), dan respon siswa sebesar 96% (sangat layak).

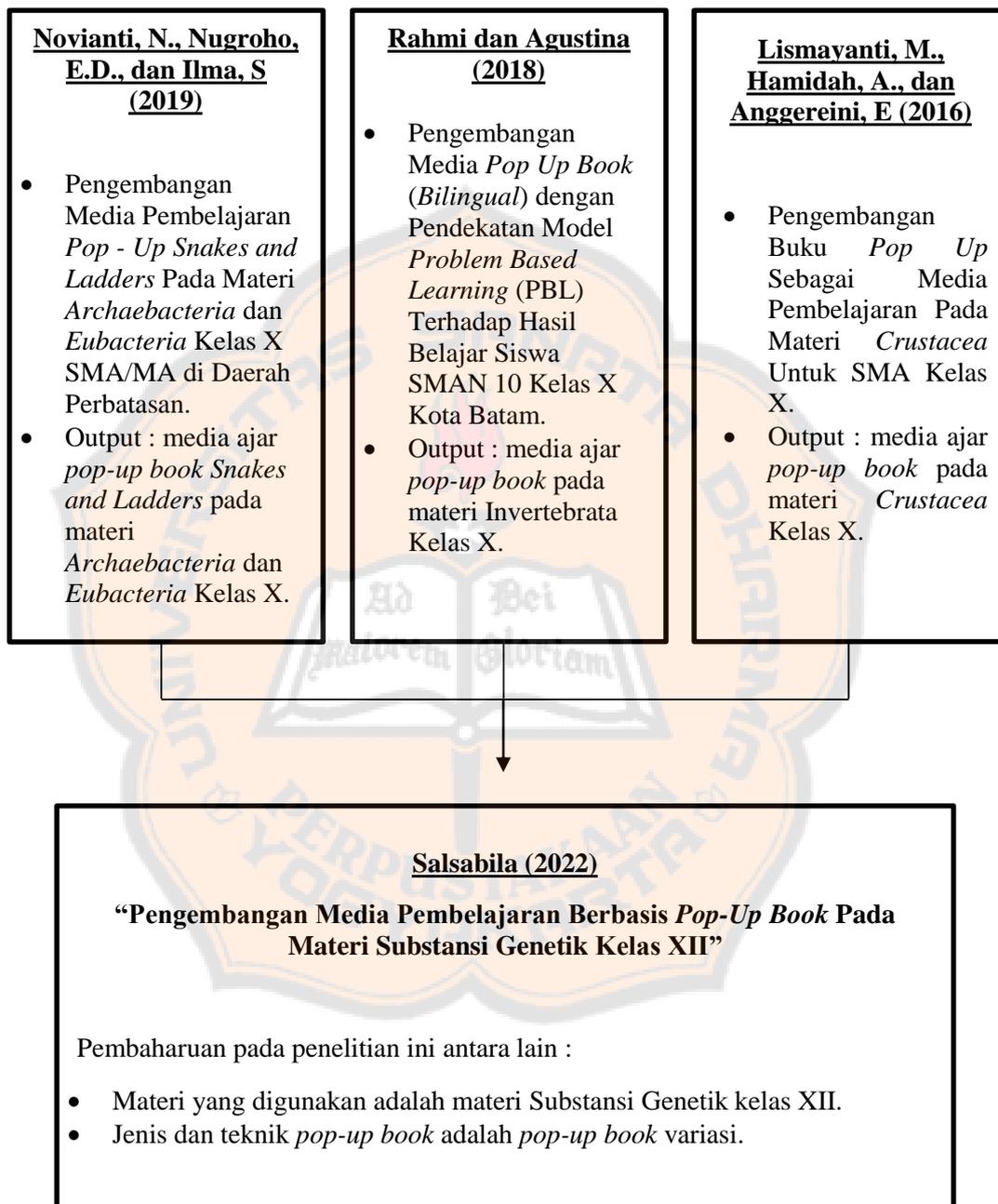
2. Rahmi dan Agustina (2018), dengan judul “Pengembangan Media *Pop Up Book (Bilingual)* dengan Pendekatan Model *Problem Based Learning (PBL)* Terhadap Hasil Belajar Siswa SMAN 10 Kelas X Kota Batam”.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan media *pop-up book* materi invertebrata dengan pendekatan PBL dan mengetahui kevalidan media *pop-up book* yang dikembangkan melalui ahli (validator). Pengembangan media dilakukan melalui 2 tahap dari 3 tahap yang ada pada metode pengembangan IDI yaitu tahap *define* dan *develop*. Hasil dari penelitian tersebut berupa produk media pembelajaran *pop-up book* pada materi porifera, cnidaria dan mollusca. Skor rata – rata hasil validasi ahli media sebesar 91,76%, ahli materi sebesar 83,33%, dan guru biologi sebesar 81%. Maka skor akhir yang diperoleh yaitu sebesar 85,36% dan termasuk dalam kategori valid serta layak digunakan.

3. Lismayanti, M., Hamidah, A., dan Anggereini, E (2016), dengan judul “Pengembangan Buku *Pop Up* Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi Crustacea Untuk SMA Kelas X”.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengembangan produk media pembelajaran pada materi crustacea, mengetahui respon peserta didik terhadap media yang dikembangkan, dan mengetahui tingkat kevalidan media yang dikembangkan. Hasil akhir untuk validasi desain sebesar 71%, dimana termasuk dalam kategori produk yang baik. Hasil akhir untuk validasi materi sebesar 84%, dimana termasuk dalam kategori produk yang sangat baik. Hasil uji coba pada sampel 2 orang peserta didik diperoleh presentasi sebesar 88%, dimana termasuk dalam kategori produk yang sangat baik. Hasil uji coba pada kelompok kecil dengan 12 orang peserta didik diperoleh presentasi sebesar 91,6%, di mana termasuk dalam kategori produk yang sangat baik.

Relevansi antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang dikembangkan dalam penelitian ini disajikan pada **Gambar 2.16** di bawah ini.

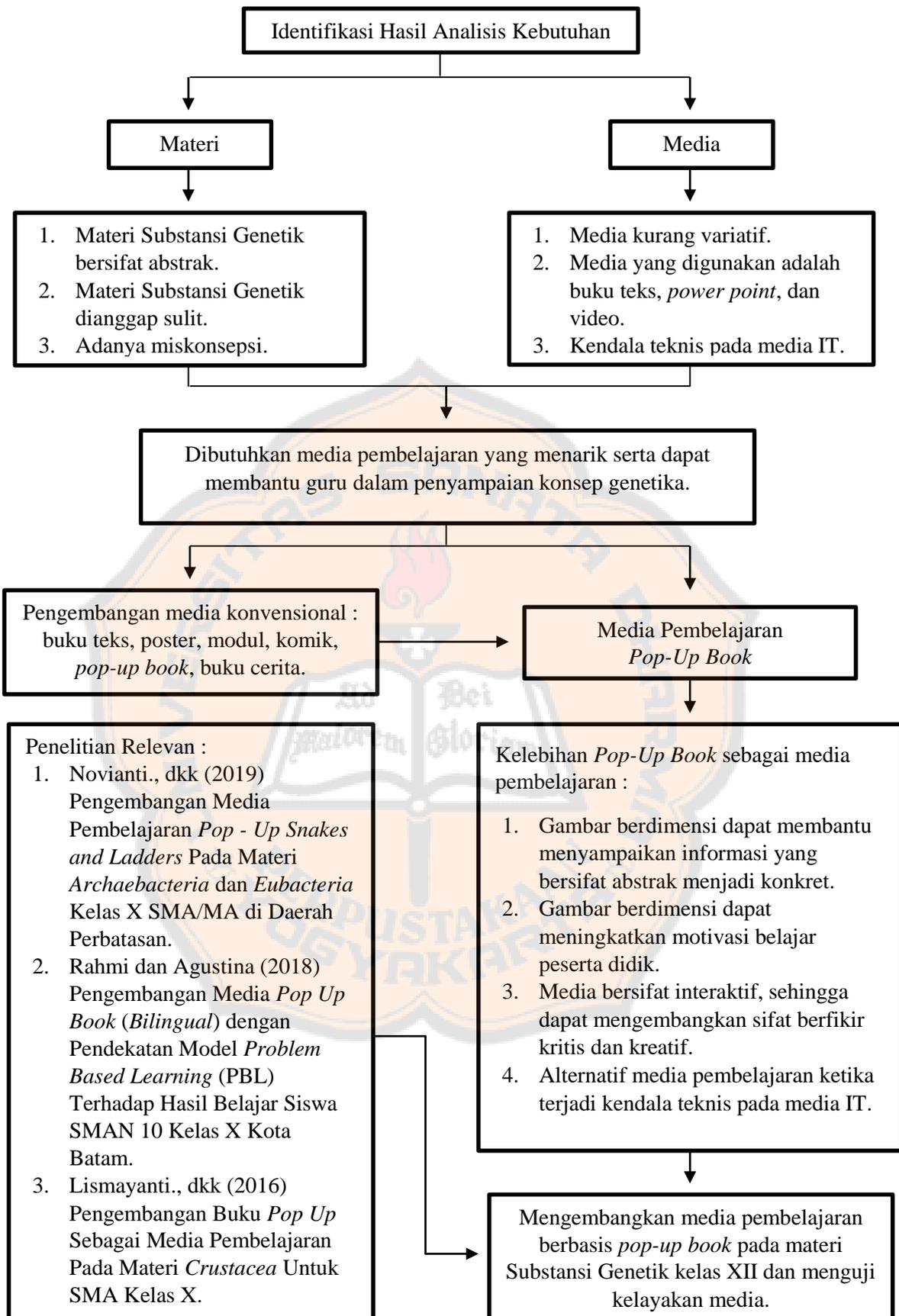


Gambar 2. 16 Skema Bagan Penelitian dan Pengembangan

C. Kerangka Berpikir

Keberhasilan sebuah proses pembelajaran dapat dilihat dari tercapainya tujuan pembelajaran. Dalam mencapai tujuan pembelajaran tersebut, diperlukan berbagai perangkat pembelajaran untuk mendukung jalannya proses pembelajaran. Salah satunya adalah memanfaatkan media pembelajaran. Media pembelajaran merupakan komponen penting bagi guru dalam menunjang keberhasilan proses pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran secara tepat dapat mempermudah penyampaian materi oleh guru kepada peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan, terutama pada pemahaman materi yang cukup sulit. Salah satu contohnya adalah materi Substansi Genetik.

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa 3 dari 4 guru biologi menyatakan materi Substansi Genetik sebagai materi yang dianggap cukup sulit oleh peserta didik. Menurut guru, materi Substansi Genetik memiliki karakteristik abstrak terutama pada sub materi sintesis protein, sehingga diperlukan metode dan media pembelajaran yang tepat serta pemahaman konsep yang kuat. Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti melakukan pengembangan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII sebagai inovasi penerapan media pembelajaran biologi. Media *pop-up book* dikembangkan berdasarkan prosedur penelitian *Research and Development* oleh Sugiyono (2019). Kerangka berpikir dari penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2.17** di bawah ini.



Gambar 2. 17 Diagram Alir Kerangka Berfikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D). Menurut Borg and Gall (dalam Sugiyono, 2019), *Research and Development* (R&D) atau Penelitian dan Pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk memvalidasi dan mengembangkan suatu produk. Produk akhir yang dihasil dari penelitian pengembangan akan diuji keefektifannya pada subjek yang telah ditentukan untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan. Langkah – langkah pada penelitian ini mengadaptasi 5 dari 10 tahap penelitian yang dikembangkan oleh Sugiyono (2019), yaitu 1) potensi dan masalah, 2) pengumpulan data, 3) desain produk, 4) validasi desain, dan 5) revisi desain.

Teknik pengambilan data potensi dan masalah dilakukan melalui kegiatan wawancara analisis kebutuhan dan kuisioner lembar validasi. Kegiatan wawancara dilakukan pada tanggal 27 September 2019 hingga 29 Oktober 2019 dengan narasumber 4 guru biologi tingkat SMA di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pembuatan desain produk pada penelitian dan pengembangan produk media pembelajaran melibatkan jasa desain produk dan percetakan *pop-up book*. Selanjutnya, validasi desain produk dilakukan oleh 4 validator, yaitu ahli materi, ahli media, dan 2 guru biologi kelas XII.

B. Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan definisi mengenai sifat – sifat hal yang didefinisikan dapat diamati. Menurut Sarwono (2006), definisi operasional adalah definisi yang menjadikan variabel – variabel dalam penelitian bersifat operasional, sehingga memudahkan peneliti dalam melakukan pengukuran dan menemukan keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lainnya.

Manfaat operasional variabel, antara lain sebagai berikut.

1. Dapat mengidentifikasi kriteria yang diobservasi.
2. Lebih dari satu definisi operasional.
3. Mengetahui bahwa definisi operasional bersifat unik dalam situasi dimana definisi tersebut harus digunakan.

Variabel dalam penelitian ini adalah media *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII.

Tabel 3. 1 Definisi Operasional Penelitian Pengembangan

Variabel	Definisi Operasional	Instrumen
<i>Pop-up book</i> pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pop-up book</i> merupakan media pembelajaran berbentuk buku berdimensi yang dikembangkan untuk membantu guru dalam menyampaikan materi. • <i>Pop-up book</i> yang dikembangkan berisi ilustrasi gambar berdimensi dengan visualisasi yang menarik tentang kromosom, gen dan alel, DNA, RNA, sintesis protein. 	Lembar validasi untuk ahli materi, ahli media, dan guru biologi kelas XII.

C. Prosedur Pengembangan Produk

Penelitian pengembangan media pembelajaran *pop-up book* pada materi Substansi Genetik dilakukan sampai pada tahap pengembangan prototipe hasil revisi desain. Adapun langkah – langkah pengembangan media yang digunakan sesuai prosedur Sugiyono (2019) yaitu (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, dan (5) revisi desain.

1. Potensi dan Masalah

Peneliti menggali potensi dan masalah melalui kegiatan analisis kebutuhan terkait materi dan media pembelajaran biologi. Analisis kebutuhan dilakukan terhadap 4 guru biologi tingkat SMA di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, meliputi SMA Negeri 1 Ngaglik di Kabupaten Sleman, SMA Negeri 2 Playen di Kabupaten Gunungkidul, SMA BOPKRI 1 di Kota Yogyakarta, dan SMA Stella Duce 2 di Kota Yogyakarta. Kegiatan analisis kebutuhan dilakukan dengan metode wawancara berdasarkan kisi – kisi pertanyaan yang telah disusun.

2. Pengumpulan Data

Data hasil analisis kebutuhan yang diperoleh kemudian diakumulasi menjadi satu kesatuan informasi yang digunakan peneliti sebagai dasar perencanaan dan pertimbangan dalam pengembangan produk penelitian. Produk yang dikembangkan disesuaikan dengan kendala dan masalah yang ditemui dalam analisis kebutuhan. Selain itu, peneliti juga melakukan studi literatur melalui berbagai referensi dan penelitian terdahulu terkait pengembangan media pembelajaran biologi.

3. Desain Produk

Langkah – langkah rancangan desain produk yang dikembangkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan materi pelajaran, yaitu materi Substansi Genetik kelas XII.
- b. Membuat perangkat pembelajaran berupa silabus dan RPP beserta lampirannya.
- c. Membuat *storyboard* serta mencari referensi gambar untuk isi media *pop-up book*. Dilanjutkan menyerahkan *storyboard* kepada pihak jada desain produk untuk dibuat desain gambar menggunakan aplikasi *corel draw*.
- d. Mengembangkan produk awal dengan menyusun komponen yang akan di sajikan pada media pembelajaran untuk selanjutnya dicetak melalui jasa percetakan *pop-up book*.

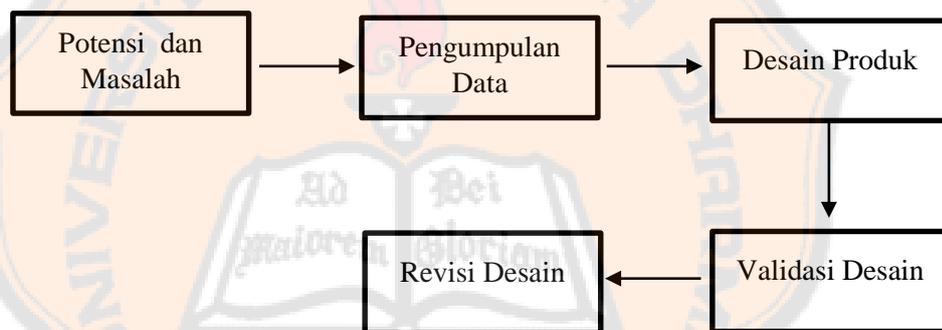
4. Validasi Desain

Validasi produk dilakukan dengan cara menghadirkan beberapa pakar atau ahli dalam bidang materi (ahli materi) dan desain (ahli media). Dalam penelitian ini, validator berjumlah 4 orang, dua diantaranya adalah dosen Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma dan dua diantaranya adalah guru biologi kelas XII.

5. Revisi Desain

Perbaikan desain produk dilakukan oleh peneliti setelah mendapatkan masukan dari validator melalui lembar kuisisioner validasi. Perbaikan dilakukan untuk meminimalisir kekurangan atau kesalahan yang ditemui pada produk sesuai dengan komentar dan saran dari validator agar produk layak untuk digunakan.

Langkah – langkah penelitian *Research and Development* (R&D) yang digunakan oleh peneliti disajikan pada **Gambar 3.1** di bawah ini.



Gambar 3. 1 Langkah – Langkah Pengembangan Produk
Mengadaptasi Sugiyono (2019)

D. Spesifikasi Produk

Media pembelajaran *pop-up book* yang dikembangkan pada penelitian ini merujuk pada materi – materi pokok pada Substansi Genetik meliputi, kromosom, gen dan alel, DNA, RNA, dan sintesis protein. Media pembelajaran *pop-up book* yang dikembangkan dilengkapi dengan petunjuk penggunaan buku, kuis dan soal evaluasi yang telah disesuaikan dengan Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi pada RPP.

Pop-up book dalam media pembelajaran ini termasuk dalam *pop-up book* variasi karena menampilkan berbagai jenis dan teknik *pop-up book* diantaranya adalah jenis 180 derajat, teknik *lift the flaps*, teknik *pull-tabs*, teknik *volvelles* dan teknik *v-folding*. Media pembelajaran *pop-up book* pada materi Substansi Genetik dicetak dengan ukuran panjang 26 cm dan lebar 21 cm. Pemilihan ukuran tersebut telah disesuaikan dengan dimensi tas ransel pada umumnya, agar peserta didik dapat dengan mudah membawa media pembelajaran ke mana saja.

Sampul halaman depan dan belakang media pembelajaran dicetak menggunakan jenis kertas ivory 190gr laminasi glossy. Jenis kertas tersebut memiliki ketebalan dan kekuatan yang lebih baik dibandingkan kertas lain. Selain itu, kertas jenis ini memiliki permukaan glossy yang tahan air dan halus, sehingga tulisan dan gambar pada halaman sampul terlihat tajam. Sedangkan halaman bagian dalam media pembelajaran dicetak menggunakan jenis kertas ivory 260gr. Seperti halnya kertas ivory 190gr laminasi glossy, jenis kertas ivory 260gr juga memiliki ketebalan dan kekuatan yang lebih baik dibandingkan kertas lain, sehingga diharapkan media tidak mudah rusak.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui kegiatan wawancara dan kuisisioner angket validasi. Kegiatan wawancara dilakukan untuk mengetahui potensi dan masalah yang terjadi dalam kegiatan pembelajaran biologi, sedangkan kuisisioner dilakukan untuk mengetahui kualitas dan kelayakan produk yang dikembangkan oleh peneliti melalui penilaian dari para ahli.

1. Wawancara

Wawancara merupakan salah satu teknik untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan pada penelitian. Menurut Sugiyono (2019), wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan untuk menemukan permasalahan dan potensi serta mengetahui pendapat, keinginan, dan hal – hal lain dari informan. Kelebihan dari terknik wawancara yaitu memungkinkan peneliti mendapatkan jumlah data yang banyak, sebaliknya kekurangan dari teknik ini yaitu perlu adanya kerjasama antara pewawancara dan informan (Sarwono, 2006). Keberhasilan teknik wawancara dalam mendapatkan data atau informasi dari obyek yang diteliti sangat bergantung pada kemampuan peneliti selama melakukan kegiatan wawancara.

Kegiatan wawancara analisis kebutuhan dilakukan terhadap 4 guru mata pelajaran biologi SMA di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Sekolah tersebut meliputi SMA Negeri 1 Ngaglik di Kabupaten Sleman, SMA Negeri 2 Playen di Kabupaten Gunungkidul, SMA BOPKRI 1 di Kota Yogyakarta, dan SMA Stella Duce 2 di Kota Yogyakarta. Adapun informasi yang digali dalam kegiatan wawancara analisis kebutuhan meliputi lima aspek yaitu (1) mata pelajaran biologi yang dianggap sulit, (2) pemanfaatan media pembelajaran, (3) implementasi penerapan media pembelajaran, (4) kendala dalam pemanfaatan media pembelajaran, dan (5) pengembangan media pembelajaran. Kisi – Kisi panduan wawancara analisis kebutuhan disajikan pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3. 2 Kisi – Kisi Panduan Wawancara Analisis Kebutuhan

No	Aspek Pertanyaan Analisis Kebutuhan	No. Pertanyaan
1.	Mata Pelajaran Biologi yang Dianggap Sulit	1, 2
2.	Pemanfaatan Media Pembelajaran	3, 4, 5, 6, 7
3.	Implementasi Penerapan Media Pembelajaran	8, 9, 10, 11, 12, 13
4.	Kendala dalam Pemanfaatan Media Pembelajaran	14, 15
5.	Pengembangan Media Pembelajaran	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22

2. Kuisisioner (Angket Validasi)

Kuisisioner merupakan salah satu teknik analisis kebutuhan yang dilakukan untuk mendapatkan data melalui angket berisi pertanyaan – pertanyaan terkait informasi yang dibutuhkan oleh peneliti. Menurut Sugiyono (2019), kuisisioner adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberikan seperangkat pertanyaan untuk mengetahui respon dari setiap responden.

Pada penelitian ini, kuisisioner dilakukan melalui lembar angket validasi. Kuisisioner digunakan untuk menguji kelayakan media *pop-up book* pada materi Substansi Genetik yang dikembangkan oleh peneliti. Pengisian kuisisioner dilakukan oleh 4 validator yaitu, ahli materi, ahli media, dan guru biologi kelas XII. Hasil dari penilaian yang diberikan oleh validator dijadikan pedoman bagi peneliti untuk melakukan perbaikan pada produk yang dikembangkan. Kisi – kisi panduan angket validasi disajikan pada tabel – tabel di bawah ini.

Tabel 3. 3 Kisi – Kisi Panduan Angket Validasi Ahli Materi

No	Aspek yang Dinilai	Indikator
1.	Isi Materi	Kesesuaian dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar.
		Kesesuaian dengan Indikator Pencapaian Kompetensi dan RPP.
		Kebenaran substansi dalam materi pembelajaran.
		Keakuratan ilustrasi pada materi pembelajaran.
		Kelengkapan informasi pada materi pembelajaran.
		Kesesuaian materi dengan tingkat berpikir peserta didik kelas XII.
		Kesesuaian media pembelajaran dengan perkembangan ilmu.
2.	Kelengkapan Penyajian	Pendahuluan.
		Langkah – langkah penggunaan buku.
		Evaluasi pembelajaran berupa soal – soal.

Tabel 3. 4 Kisi – Kisi Panduan Angket Validasi Ahli Media

No	Aspek yang Dinilai	Indikator
1.	Tampilan Produk	Keseuaian materi dengan gambar.
		Kualitas bahan.
		Ukuran produk.
		Komposisi warna.
		Kesesuaian dalam pemilihan font dan ukuran font.
		Meningkatkan minat belajar peserta didik.
2.	Cara Penggunaan	Kejelasan petunjuk penggunaan.
		Keruntutan konsep media.
		Ketertautan antara kegiatan belajar dengan media pembelajaran.
		Keterlibatan peserta didik dalam menggunakan media pembelajaran.
3.	Kelayakan Bahasa	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia.
		Penggunaan bahasa yang efektif dan efisien.
		Penggunaan bahasa yang komunikatif.
		Informasi yang disajikan sesuai fakta.
		Kalimat yang digunakan mendorong rasa ingin tahu.

Kisi – kisi panduan angket validasi untuk validator guru biologi kelas XII disesuaikan dengan **Tabel 3.3** dan **Tabel 3.4**.

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Data hasil validasi oleh ahli materi, ahli media, dan 2 guru biologi kelas XII kemudian diakumulasi untuk selanjutnya dilakukan teknik analisis data. Tujuan dari teknik analisis data adalah untuk mendeskripsikan data yang telah diperoleh dalam penelitian.

1. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif merupakan analisis yang bersifat induktif untuk mendapatkan data kualitatif. Hasil dari penelitian kualitatif lebih menekankan pada makna daripada generalisasi (Sugiyono, 2019). Teknik pengumpulan data yang digunakan untuk memperoleh data kualitatif pada penelitian ini yaitu dengan melakukan kegiatan wawancara analisis kebutuhan serta mencatat hasil validasi berupa komentar dan saran dari para validator. Data yang diperoleh kemudian dianalisis guna mengetahui kelayakan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik kelas XII yang dikembangkan.

2. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif merupakan analisis yang dilakukan untuk mendapatkan data kuantitatif. Pada penelitian kuantitatif, data yang diteliti berupa angka – angka yang kemudian dianalisis menggunakan teknik perhitungan matematika atau statistik (Sugiyono, 2019). Pada penelitian ini, data kuantitatif diperoleh dari skor penilaian lembar kuisioner atau angket validasi dari para validator. Hasil perolehan skor kemudian dihitung dan

dikonversi menjadi skala interval menggunakan skala Likert. Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi dari individu atau kelompok terkait fenomena yang sedang menjadi objek penelitian (Sugiyono, 2019).

Kategori penilaian skala Likert yang digunakan pada penelitian ini mengikuti teknik analisis data kuantitatif yang dikembangkan oleh Mardapi (2008), dengan skala penilaian : sangat baik (4), baik (3), kurang baik (2) dan sangat kurang baik (1). Berikut rumus perhitungan skala Likert menurut Mardapi (2008).

$$\text{Rerata} = \frac{\sum \text{Skor keseluruhan}}{\sum \text{Jumlah seluruh item}}$$

Skor yang telah diperoleh kemudian dikonversi dengan kriteria skor penilaian yang disajikan pada **Tabel 3.5** sebagai berikut.

Tabel 3. 5 Interval Kriteria Penilaian

No	Interval	Kriteria
1	$X \geq x' + 1. SBx$	Sangat Baik
2	$x' + 1. SBx > X \geq x'$	Baik
3	$x' > X \geq x' - 1. SBx$	Kurang Baik
4	$X < x' - 1. SBx$	Sangat Kurang Baik

Sumber : Mardapi (2018)

Berdasarkan tabel interval kriteriai penilaian di atas, maka konversi data kuantitatif menjadi data kualitatif dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} x^- &= \text{Rerata skor ideal} \\ &= \frac{1}{2} (\text{skor maksimal} + \text{skor minimal}) \\ &= \frac{1}{2} (4 + 1) \\ &= 2,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SBx &= \text{Simpangan baku skor keseluruhan} \\ &= \frac{1}{6} (\text{skor maksimal} - \text{skor minimal}) \\ &= \frac{1}{6} (4 - 1) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$$X = \text{Rerata skor hasil validasi produk}$$

$$\begin{aligned} \text{Sangat Baik} &= X \geq x^- + 1 \cdot SBx \\ &= X \geq 2,5 + 1 \cdot 0,5 \\ &= X \geq 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Baik} &= x^- + 1 \cdot SBx > X \geq x^- \\ &= 2,5 + 1 \cdot 0,5 > X \geq 2,5 \\ &= 3 > X \geq 2,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kurang Baik} &= x^- > X \geq x^- - 1 \cdot SBx \\ &= 2,5 > X \geq 2,5 - 1 \cdot 0,5 \\ &= 2,5 > X \geq 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sangat Kurang Baik} &= X < x' - 1. SBx \\ &= X < 2,5 - 0,5 \\ &= X < 2\end{aligned}$$



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan tahapan yang relevan untuk mengidentifikasi masalah dan kebutuhan yang ditemui oleh peneliti. Sugiyono (2019), mengungkapkan bahwa analisis kebutuhan merupakan langkah awal penelitian di bidang pengembangan dengan tujuan untuk mengetahui kebutuhan yang diperlukan guna mengatasi masalah yang ditemui di lapangan.

Pada penelitian ini, analisis kebutuhan dilakukan menggunakan metode wawancara pada 4 guru biologi SMA di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, meliputi SMA Negeri 1 Ngaglik di Kabupaten Sleman, SMA Negeri 2 Playen di Kabupaten Gunungkidul, SMA BOPKRI 1 di Kota Yogyakarta, dan SMA Stella Duce 2 di Kota Yogyakarta. Informasi yang digali dalam kegiatan wawancara mengacu pada 5 aspek dengan jumlah total 22 pertanyaan seperti yang telah disajikan pada **Tabel 3.2**. Informasi yang diperoleh dari hasil wawancara selanjutnya digunakan sebagai pedoman dalam pengembangan produk penelitian. Rekapitulasi hasil wawancara analisis kebutuhan dapat dilihat pada **Tabel 4.1** di bawah ini.

Tabel 4. 1 Rekapitulasi Hasil Wawancara Analisis Kebutuhan

No	Pertanyaan	SMA N 1 Ngaglik, Sleman	SMA N 2 Playen, Gunungkidul	SMA Bopkri 1 Yogyakarta	SMA Stella Duce 2 Yogyakarta
Aspek Mata Pelajaran Biologi Kelas XII yang Dianggap Sulit					
1.	Materi apa yang dianggap sulit oleh peserta didik kelas XII?	Evolusi, Genetika	Metabolisme, Pewarisan sifat, Genetika	Materi tidak ada yang sulit. Materi dianggap sulit jika guru menyampaikan dengan strategi yang tidak sesuai.	Hampir semua materi kelas XII sulit, terutama Metabolisme dan Genetika.
2.	Bagaimana karakteristik dari materi tersebut?	Materi bersifat abstrak terutama pada bagian sintesis protein. Awalnya peserta didik belum paham tetapi jika sudah dijelaskan dengan metode yang tepat peserta didik akan paham.	Materi abstrak, sehingga perlu pemahaman konsep yang kuat.	Bersifat abstrak, tetapi peserta didik dapat memahami materi.	Sulit karena bersifat abstrak. Guru belum bisa menghubungkan materi genetika dengan kehidupan sehari – hari.
Aspek Pemanfaatan Media Pembelajaran					
3.	Apa yang Bapak/Ibu ketahui tentang media pembelajaran serta jenisnya?	a. Alat bantu proses belajar mengajar, bisa berupa kreativitas guru.	a. Alat bantu proses belajar mengajar berupa sarana fisik, untuk	Alat bantu guru untuk menyampaikan materi kepada peserta didik.	a. Media pembelajaran adalah alat bantu guru dalam

No	Pertanyaan	SMA N 1 Ngaglik, Sleman	SMA N 2 Playen, Gunungkidul	SMA Bopkri 1 Yogyakarta	SMA Stella Duce 2 Yogyakarta
		b. Jenis media pembelajaran : PPT, video, objek langsung, pembelajaran berbasis online, dll.	menyampaikan isi/materi pembelajaran untuk menstimulus siswa agar proses belajar lebih mudah dan bermakna. b. Jenis media pembelajaran : buku, film, video, slide, grafik, diagram, chart, bagan, poster, kartun, komik, laboratorium, komputer, <i>Over Head Projektor</i> (OHP),		menyampaikan materi kepada peserta didik. b. Jenis media pembelajaran bisa berupa media IT dan alat praktikum.
4.	Apakah media pembelajaran penting bagi guru serta peserta didik dalam upaya membantu proses kegiatan belajar mengajar?	Sangat penting karena membantu guru menjelaskan materi abstrak menjadi konkret, sehingga peserta didik lebih memahami materi.	Penting, karena dapat mempermudah proses belajar-mengajar, meningkatkan efisiensi belajar-mengajar, dan membantu konsentrasi siswa	Penting, karena jika tidak ada media guru kesulitan untuk menjelaskan materi.	Ya, sangat penting
5.	Apa saja media pembelajaran Biologi yang ada di sekolah?	Buku teks, PPT, video, mikroskop, specimen, torso,	Buku teks, gambar, charta, media tayang (PPT, video),	Torso, sampel hewan, spesimen, video, PPT.	Alat praktikum, alat labratorium, PPT, video.

No	Pertanyaan	SMA N 1 Ngaglik, Sleman	SMA N 2 Playen, Gunungkidul	SMA Bopkri 1 Yogyakarta	SMA Stella Duce 2 Yogyakarta
		permainan kancing genetika, puzzle, LKS.	specimen, permainan kertas berwarna struktur DNA, green house, kolam ikan, torso, mikroskop, permainan kancing genetika, puzzle, preparat, TTS.		
6.	Apakah dalam setiap kegiatan belajar mengajar Biologi Bapak/ Ibu memanfaatkan media?	Selalu	Ya, selalu	Ya	Selalu menggunakan media yang disesuaikan dengan materi.
7.	Apa saja media pembelajaran yang diterapkan oleh Bapak/Ibu saat menjelaskan materi tersebut? (Dikaitkan dengan pertanyaan nomor 1 dan 2)	Buku teks, LKS, PPT, video, gambar model DNA dan RNA, kancing genetika.	Buku teks, LKS, PPT, video, gambar, kancing genetika	Video, gambar, PPT	PPT dan video
Aspek Implementasi Penerapan Media Pembelajaran					
8.	Bagaimana proses (persiapan, pelaksanaan, evaluasi) implementasi media pembelajaran yang Bapak/Ibu terapkan dalam mata pelajaran Biologi?	a. Persiapan : merancang RPP, memilih sumber belajar dan media yang digunakan.	a. Persiapan : membuat RPP, merancang media yang tepat sesuai karakteristik materi.	Mengacu dari silabus, RPP	a. Persiapan : membuat silabus dan RPP. b. Pelaksanaan : media disesuaikan dengan model

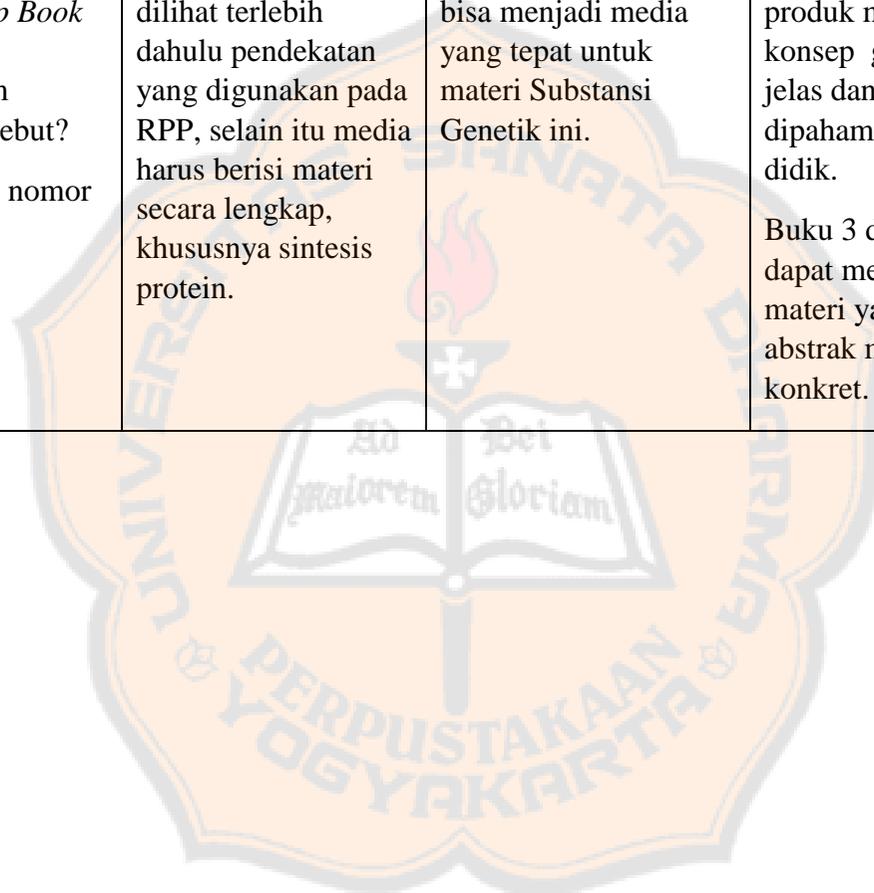
No	Pertanyaan	SMA N 1 Ngaglik, Sleman	SMA N 2 Playen, Gunungkidul	SMA Bopkri 1 Yogyakarta	SMA Stella Duce 2 Yogyakarta
		b. Pelaksanaan : menggunakan pendekatan disesuaikan dengan abad 21 (saintifik, PBL, inkuiri, discovery learning). c. Evaluasi : Observasi proses KBM.	b. Pelaksanaan : dilaksanakan selama KBM sesuai RPP. c. Evaluasi : pengamatan selama proses KBM dan hasil belajar siswa.		pembelajaran yang digunakan. c. Evaluasi : instrumen penilaian
9.	Bagaimana respon peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran biologi yang memanfaatkan media?	Lebih tertarik, lebih antusias, lebih mudah memahami materi.	Peserta didik mudah memahami materi ketika kegiatan belajar mengajar memanfaatkan media belajar.	Peserta didik lebih antusias, lebih mudah memahami materi.	Sangat antusias
10.	Apa usaha yang dilakukan guru jika dalam pemanfaatan media pembelajaran : a. Menemukan kendala dalam pengaplikasiannya? b. Indikator pembelajaran tidak tercapai?	a. Ganti media b. Indikator pembelajaran tidak semuanya tercapai. Jika terjadi hal tersebut maka dilakukan remidi untuk mencapainya.	a. Mengatasi kendala tersebut. Kalau tidak teratasi, ganti media yang lain. b. Ganti media, ganti metode.	a. Tidak ada kendala b. Remedial	a. Mengganti media dan metode pembelajaran. b. Remedial dan evaluasi pembelajaran.

No	Pertanyaan	SMA N 1 Ngaglik, Sleman	SMA N 2 Playen, Gunungkidul	SMA Bopkri 1 Yogyakarta	SMA Stella Duce 2 Yogyakarta
11.	<p>Bagaimana implementasi kegiatan pembelajaran biologi yang dilakukan Bapak/Ibu saat menggunakan media pembelajaran tersebut?</p> <p>a. Keefektifan media b. Antusias peserta didik c. Kendala guru</p>	<p>a. Penggunaan media cukup efektif b. Peserta didik cukup antusias c. Kendala guru tidak ada</p>	<p>a. Penggunaan media cukup efektif b. Peserta didik cukup antusias c. Kendala guru tidak ada</p>	<p>a. Penggunaan media cukup efektif b. Peserta didik cukup antusias c. Kendala guru tidak ada</p>	<p>a. Penggunaan media cukup efektif b. Peserta didik sangat antusias c. Tidak ada kendala dalam pengaplikasian media, namun terdapat kendala pada penyampaian materi yaitu untuk menerapkan materi Substansi Genetik pada kehidupan sehari – hari, terutama pada sintesis protein.</p>
12.	<p>Bagaimana hasil belajar peserta didik saat Bapak/Ibu memanfaatkan media pembelajaran yang ada saat ini?</p>	<p>Sudah mencapai KKM</p>	<p>Baik</p>	<p>Baik</p>	<p>Sudah baik, indikator dapat tercapai.</p>
13.	<p>Bagaimana jika indikator pembelajaran pada materi pembelajaran biologi tidak tercapai?</p>	<p>Remedi materi dan ulangan</p>	<p>Remedi materi dan ulangan</p>	<p>Remedi materi dan ulangan</p>	<p>Remidial</p>

No	Pertanyaan	SMA N 1 Ngaglik, Sleman	SMA N 2 Playen, Gunungkidul	SMA Bopkri 1 Yogyakarta	SMA Stella Duce 2 Yogyakarta
Aspek Kendala Dalam Pemanfaatan Media Pembelajaran					
14.	Apakah Bapak/ Ibu menemukan kendala saat mengaplikasikan media pembelajaran kepada peserta didik?	Belum.	Kadang. Misal kendala teknis dalam mengoperasikan LCD untuk media tayang.	Saat ini belum ditemukan kendala, akan tetapi untuk guru lain yang sudah <i>sepuh</i> biasanya kesulitan mengaplikasikan media pembelajaran berbasis IT.	Sering terjadi kendala pada media berbasis IT.
15.	Apakah peserta didik menemukan kendala saat mengaplikasikan media pembelajaran?	Belum, hanya saja saat kelas <i>online</i> peserta didik kesulitan untuk <i>login</i> .	Belum ada, hanya saja perlu adaptasi untuk media yang belum pernah ditemui oleh peserta didik, karena belum terbiasa.	Belum ada kendala.	Tidak ada, guru justru sering dibantu peserta didik dalam pengaplikasian media berbasis IT.
Aspek Pengembangan Media Pembelajaran					
16.	Apakah Bapak/ Ibu pernah mengembangkan media pembelajaran Biologi?	Pernah, melalui video scribe	Biasanya hanya PPT. Media lain jarang, karena memerlukan waktu dan energi yang lebih.	Ya, pernah mengembangkan media melalui PPT	Belum, paling hanya PPT.

No	Pertanyaan	SMA N 1 Ngaglik, Sleman	SMA N 2 Playen, Gunungkidul	SMA Bopkri 1 Yogyakarta	SMA Stella Duce 2 Yogyakarta
17.	Apakah media pembelajaran konvensional masih perlu dikembangkan pada era industri 4.0 ini?	Masih tetap diperlukan, terutama untuk daerah yang teknologi ITnya belum maju	Masih tetap diperlukan, sebagai alternatif jika terdapat kendala pada media berbasis IT.	Ya, masih tetap diperlukan.	Untuk hal tertentu masih sangat diperlukan, tetapi harus ada pengembangan.
18.	Apakah peserta didik menyukai media pembelajaran yang sifatnya baru dan unik?	Ya	Ya	Ya	Ya
19.	Media pembelajaran seperti apa yang diharapkan guru dapat mengatasi kendala yang ditemui selama kegiatan pembelajaran di kelas? (Dikaitkan dengan pertanyaan nomor 1 dan 2)	Media yang inovatif, menarik, memotivasi, dan dapat menjelaskan proses sintesis protein.	Media yang dapat dijadikan alternatif media berbasis IT, serta dapat menjelaskan pengetahuan abstrak menjadi konkret.	Media yang mudah diaplikasikan, menarik perhatian peserta didik, memuat konsep materi dengan jelas.	Media pembelajaran yang sederhana, mudah dipahami, dapat mengatasi kendala IT, serta dapat menjembatani <i>missing</i> konsepsi pada materi.
20.	Apa yang Bapak/Ibu ketahui tentang media pembelajaran berbasis <i>Pop-Up Book</i> ?	Buku 3 dimensi.	<i>Pop-up book</i> adalah media pembelajaran berbentuk buku yang mempunyai unsur 3 dimensi.	Belum tahu	Buku tiga dimensi.
21.	Apakah Bapak/Ibu sudah pernah menggunakan media pembelajaran <i>Pop-Up Book</i> ?	Belum pernah.	Belum pernah.	Belum pernah.	Belum pernah.

No	Pertanyaan	SMA N 1 Ngaglik, Sleman	SMA N 2 Playen, Gunungkidul	SMA Bopkri 1 Yogyakarta	SMA Stella Duce 2 Yogyakarta
22.	<p>Menurut Bapak/Ibu apakah media pembelajaran berbasis <i>Pop-Up Book</i> perlu dikembangkan untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep materi tersebut?</p> <p>(Dikaitkan dengan pertanyaan nomor 1 dan 2)</p>	<p>Ya, bisa. Akan tetapi dilihat terlebih dahulu pendekatan yang digunakan pada RPP, selain itu media harus berisi materi secara lengkap, khususnya sintesis protein.</p>	<p>Mungkin <i>pop-up book</i> bisa menjadi media yang tepat untuk materi Substansi Genetik ini.</p>	<p>Perlu, jika memang produk memuat konsep genetika yang jelas dan mudah dipahami peserta didik.</p> <p>Buku 3 dimensi juga dapat menyampaikan materi yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret.</p>	<p>Iya sangat bisa dikembangkan, karena berbentuk 3 dimensi sehingga materi yang bersifat abstrak dapat lebih dipahami oleh peserta didik.</p>



Berdasarkan rekapitulasi hasil wawancara analisis kebutuhan pada **Tabel 4.1**, peneliti menemukan bahwa materi Substansi Genetik menjadi materi yang dianggap sulit diantara materi biologi lainnya. Hal tersebut dikarenakan pada materi Substansi Genetik, peserta didik diajak untuk mempelajari materi – materi dalam organisme yang tidak dapat dilihat secara langsung, sehingga sering menyebabkan miskonsepsi. Media pembelajaran yang digunakan 4 guru biologi selama pembelajaran materi Substansi Genetika diantaranya adalah buku teks, *power point*, dan video. Sedangkan 2 guru lainnya juga menggunakan media kancing genetika, gambar model DNA dan RNA.

Implementasi penerapan media pembelajaran pada mata pelajaran biologi telah disesuaikan dengan model materi pembelajaran pada RPP. Media pembelajaran digunakan pada setiap pertemuan seperti yang sudah tertulis pada RPP. Keberhasilan penggunaan media pembelajaran dalam membantu guru menyampaikan materi kepada peserta didik dilihat melalui kegiatan observasi yang dilakukan oleh guru selama proses kegiatan pembelajaran dan hasil belajar peserta didik. Kendala yang ditemui oleh guru dalam pemanfaatan media pembelajaran sebagian besar terjadi pada media pembelajaran berbasis IT. Solusi yang digunakan untuk mengatasi kendala tersebut yaitu dengan mengganti media pembelajaran berbasis IT dengan media konvensional.

Media pembelajaran konvensional dan media pembelajaran berbasis IT masih sama – sama diperlukan oleh guru sebagai alternatif pilihan media pembelajaran biologi. Pengembangan media pembelajaran perlu dilakukan untuk mengatasi kendala – kendala yang dialami guru. Media pembelajaran yang

diharapkan oleh guru yaitu, bersifat inovatif, sederhana, menarik perhatian, mudah dipahami oleh peserta didik, dan sebagai alternatif lain dari media berbasis IT. Pada pembelajaran Substansi Genetik media pembelajaran yang dikembangkan baiknya mencakup konsep – konsep materi yang bersifat konkret, sehingga dapat menjembatani miskonsepsi pada materi Substansi Genetik.

Menanggapi informasi yang diperoleh pada analisis kebutuhan, peneliti memiliki gagasan dan penawaran kepada guru untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik kelas XII sebagai bentuk alternatif solusi terkait kendala – kendala yang ditemui. Dengan adanya produk media pembelajaran ini, proses pembelajaran materi Substansi Genetik diharapkan menjadi lebih efektif dan efisien. Pengembangan media pembelajaran berbasis *pop-up book* berisi gambar berdimensi berbentuk *pop-up book* yang memuat konsep materi genetika dan keterkaitan materi dengan kehidupan sehari – hari, agar dapat lebih mudah dipahami oleh peserta didik.

B. Deskripsi Pengembangan Produk

Langkah – langkah pengembangan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Menentukan Materi Pelajaran

Berdasarkan hasil wawancara analisis kebutuhan, 3 dari 4 guru menyatakan bahwa materi Substansi Genetik merupakan materi yang dianggap sulit karena materi tersebut bersifat abstrak dan diperlukan pemahan konsep yang kuat. Media pembelajaran yang digunakan oleh guru dalam penyampaian materi Substansi Genetik berupa buku teks, PPT, video, gambar model DNA, gambar model RNA, dan kancing genetika. Oleh karena itu, peneliti memilih materi Subtansi Genetik sebagai materi yang dimuat pada penelitian ini, sehingga kebutuhan media pembelajaran pada materi Substansi Genetik dapat terpenuhi.

2. Membuat Silabus dan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Silabus dan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dibuat sesuai dengan Kompetensi Dasar yang dimuat pada PERMENDIKBUD NOMOR 24 TAHUN 2016 LAMPIRAN 07. Materi Substansi Genetik merupakan salah satu materi pada KD 3.3 dan 4.3 yang dipelajari di kelas XII. Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) memuat Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK), tujuan pembelajaran, langkah – langkah pembelajaran, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan soal evaluasi. Pengembangan media *pop-up book* pada materi Substansi Genetik dibuat berdasarkan Silabus dan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

Silabus dan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dapat dilihat pada **Lampiran 1** dan **Lampiran 2**.

3. Merancang *Storyboard*

Sebelum mendesain media pembelajaran *pop-up book* pada materi Substansi Genetik, peneliti merancang *storyboard* yang memuat spesifikasi pengembangan produk untuk materi Substansi Genetik. Fungsi *storyboard* yaitu menggambarkan visualisasi dari perencanaan pembuatan produk media *pop-up book* pada materi Substansi Genetik. Rancangan *storyboard* dapat dilihat pada **Lampiran 25**.

4. Pengembangan Produk Awal

Pembuatan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik dibantu oleh jasa pembuatan desain produk dan percetakan *pop-up book*. Setelah produk dicetak, selanjutnya dilakukan validasi oleh ahli materi, ahli media, dan 2 guru biologi. Berikut tahapan – tahapan pengembangan produk awal pada media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik.

a. Desain Produk

Desain awal pembuatan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik dirancang oleh jasa desain produk menggunakan aplikasi *coreldraw*. Desain dirancang berdasarkan *storyboard* yang telah dibuat oleh peneliti. Komponen–komponen dalam media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik adalah sebagai berikut.

1) Halaman Sampul Depan

Halaman sampul depan berisi ilustrasi gambar materi pada substansi genetika dan animasi tokoh pelajar menggunakan jas laboratorium. Pemilihan warna biru tua dan biru muda diselaraskan dengan gambar. Judul *pop-up book* ditulis menggunakan font jenis KG HAPPY. Pada bagian kanan atas, terdapat logo Universitas Sanata Dharma dan pada bagian kiri bawah terdapat nama peneliti sebagai penulis dalam media pembelajaran *pop-up book*.



Gambar 4.1 Halaman Sampul Depan Media *Pop-Up Book*

2) Kata Pengantar

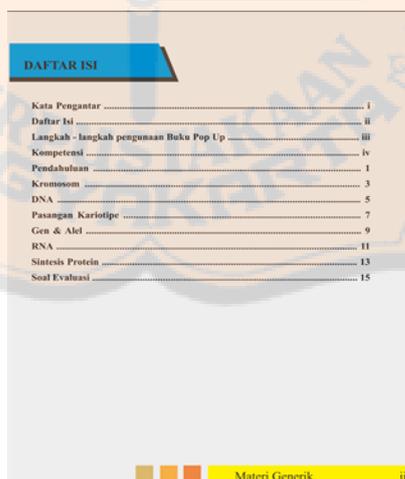
Kata pengantar berisi rasa syukur peneliti sebagai penulis dan gambaran umum tentang media pembelajaran yang dibuat. Kata pengantar ditujukan kepada pembaca untuk membaca lebih jauh isi dari media pembelajaran yang dikembangkan. Font yang digunakan pada penulisan kata pengantar yaitu font jenis Times New Roman.



Gambar 4. 2 Kata Pengantar Media *Pop-Up Book*

3) Daftar Isi

Daftar isi memuat letak halaman sesuai dengan materi dan komponen – komponen yang terdapat pada media pembelajaran. Font yang digunakan pada penulisan daftar isi menggunakan font jenis Times New Roman.



Gambar 4. 3 Daftar Isi Media *Pop-Up Book*

4) Langkah – Langkah Penggunaan Media

Langkah – langkah penggunaan media pembelajaran bertujuan sebagai panduan untuk memudahkan guru dan peserta didik dalam menggunakan media pembelajaran berbasis *pop-up book*. Langkah – langkah penggunaan media meliputi tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap penyelesaian. Font yang digunakan adalah font jenis Times New Roman.



Gambar 4. 4 Langkah – Langkah Penggunaan Media *Pop-Up Book*

5) KI, KD, dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Inti, Kompetensi Dasar, dan Indikator Pencapaian Kompetensi ditujukan untuk guru sebagai standar tingkat kemampuan peserta didik dalam mencapai Standar Kompetensi Lulusan (SKL). Font yang digunakan pada halaman ini adalah font jenis Times New Roman.

KOMPETENSI INTI (KI)			
KOMPETENSI INTI 1 (SAKIP SPIRITUAL)			
1. Menunjukkan dan memuatkan nilai-nilai agama yang dijunjung			
KOMPETENSI INTI 2 (SAKIP SOSIAL)			
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menunaikan diri sebagai citizen yang bertanggung jawab			
KOMPETENSI INTI 3 (PENGETAHUAN)	KOMPETENSI INTI 4 (KEKETERAMPILAN)		
3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa inggin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah	4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan		
KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI (IPK)			
No	KD Pengetahuan	No	KD Keterampilan
3.3	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	4.3	Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyusutan kode genetik (DNA-RNA-Protein)
No	IPK Pengetahuan	No	IPK Keterampilan
3.3.1	Menjelaskan struktur kromosom	4.3.1	Membuat model DNA
3.3.2	Mengorganisasikan bentuk kromosom berdasarkan jumlah dan bentuk autosomnya		
3.3.3	Mengidentifikasi fungsi kromosom		
3.3.4	Membacakan pengertian gen dan alel		
3.3.5	Mengkonstruksi gambar mekanisme epistasis (DNA, IC1)		
3.3.6	Mendeskripsikan jenis-jenis RNA (IC2)		
3.3.7	Membandingkan komposisi penyusun DNA dan RNA (IC3)		
3.3.8	Merumuskan prinsip sintesis protein (IC4)		
3.3.9	Menentukan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein (IC4)		
3.3.10	Mengaplikasikan hubungan antara struktur dan fungsi kromosom, gen, DNA dan RNA dalam proses sintesis protein (IC4)		

Gambar 4. 5 KI, KD, dan IPK Media Pop-Up Book

6) Pendahuluan

Pendahuluan berisi pengantar mengenai gambaran umum dari materi Substansi Genetik. Pada komponen ini, halaman pendahuluan yang ditampilkan dilengkapi gambar animasi 2 tokoh pelajar agar lebih menarik. Warna yang digunakan diselaraskan dengan warna halaman sampul depan dan belakang. Font yang digunakan adalah font jenis Times New Roman.

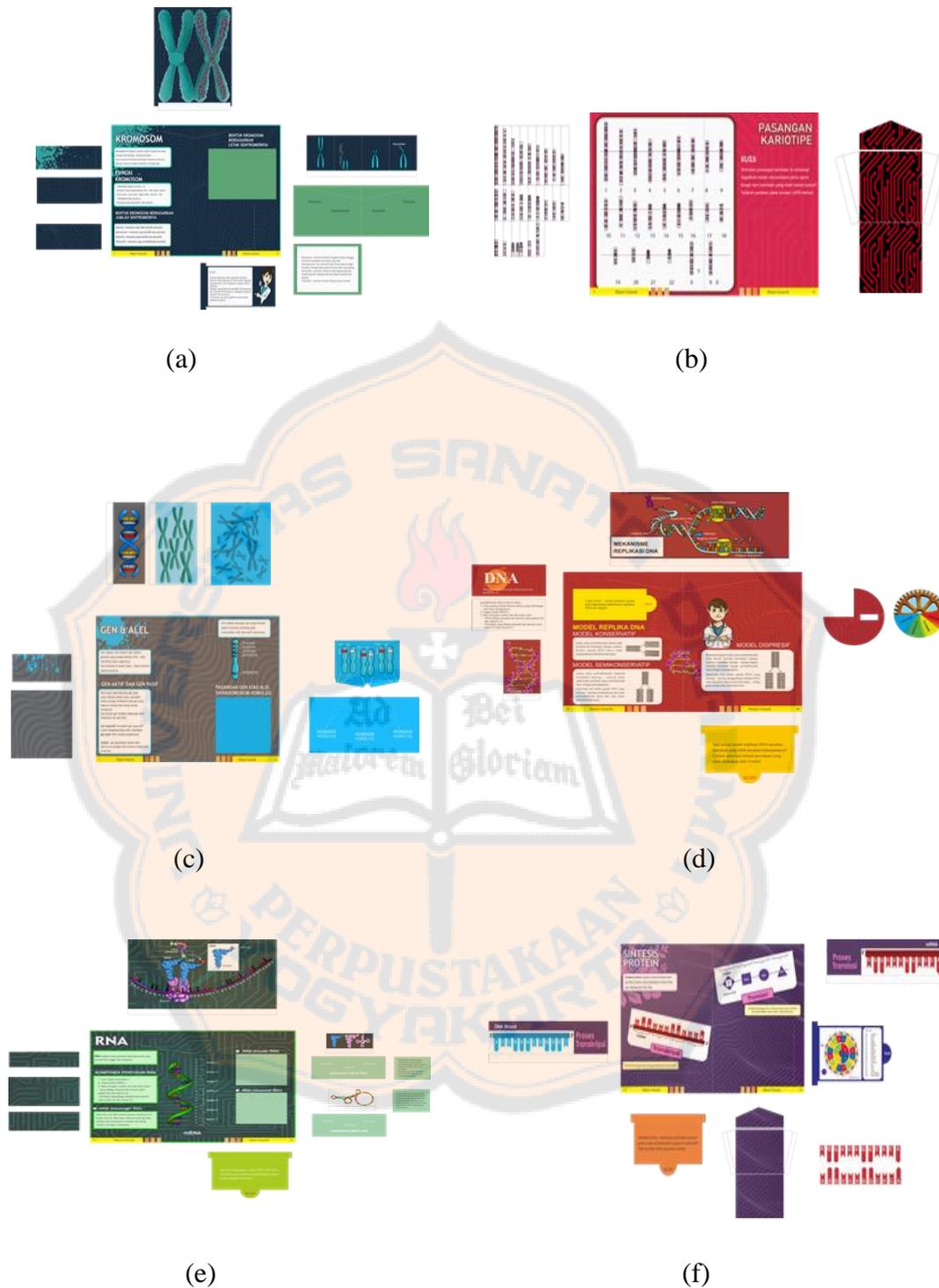


Gambar 4. 6 Pendahuluan Media Pop-Up Book

7) Isi Materi

Materi yang disajikan pada media pembelajaran berbasis *pop-up book* merupakan pokok bahasan dari materi Substansi Genetik sesuai dengan KD 3.3 dan KD 4.3. Pokok bahasan materi Substansi Genetik meliputi kromosom, gen dan alel, DNA, RNA, dan sintesis protein. Pemilihan warna background untuk setiap halaman beragam. Peneliti memilih empat warna dasar, yaitu hijau, merah, biru, dan ungu agar latar warna tidak terlihat monoton.

Warna hijau diterapkan pada halaman kromosom dan RNA. Warna merah diterapkan pada halaman kuis pasangan keriotipe dan DNA. Warna biru diterapkan pada halaman gen dan alel. Warna ungu diterapkan pada halaman sintesis protein. Font yang digunakan adalah font jenis Arial dan Times New Roman. Isi materi media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik disajikan pada **gambar 4.7** bawah ini.



Gambar 4.7 Isi Materi Media *Pop-Up Book*: (a) kromosom, (b) pasangan kariotipe, (c) gen dan alel, (d) DNA, (e) RNA, dan (f) sintesis protein.

8) Soal Evaluasi

Halaman soal evaluasi berisi 5 butir soal pilihan ganda dan 5 butir soal uraian. Font yang digunakan adalah jenis Times New Roman.



Gambar 4. 8 Soal Evaluasi Media *Pop-Up Book*

9) Halaman Sampul Belakang

Halaman sampul belakang memuat tujuan dari pengembangan media dan biografi peneliti sebagai penulis. Pemilihan warna sampul mengikuti halaman sampul depan. Font yang digunakan adalah font jenis Times New Roman.



Gambar 4. 9 Halaman Sampul Belakang Media *Pop-Up Book*

b. Bahan dan Ukuran Media *Pop-Up Book*

Sampul halaman depan dan belakang media pembelajaran dicetak menggunakan jenis kertas ivory 190gr laminasi glossy. Jenis kertas tersebut memiliki ketebalan dan kekuatan yang lebih baik dibandingkan kertas lain. Selain itu, kertas jenis ini memiliki permukaan glossy yang tahan air dan halus, sehingga tulisan dan gambar pada halaman sampul terlihat tajam. Sedangkan halaman isi meliputi kata pengantar, daftar isi, langkah – langkah penggunaan media pembelajaran, KI, KD, dan IPK, materi pokok, serta soal evaluasi dicetak menggunakan jenis kertas ivory 260gr. Seperti halnya kertas ivory 190gr laminasi glossy, jenis kertas ivory 260gr juga memiliki ketebalan dan kekuatan yang lebih baik dibandingkan kertas lain, sehingga diharapkan media tidak mudah rusak.

Media pembelajaran yang dikembangkan didesain dengan ukuran 26 cm x 21 cm. Pemilihan ukuran tersebut disesuaikan dengan desain produk, agar gambar pada media dapat terlihat jelas dan gambar yang dibuat menggunakan teknik *pop-up book* tidak mudah rusak karena hasil cetak yang terlalu kecil. Selain itu, dengan ukuran media 26 cm x 21 cm guru dan peserta didik tetap mudah membawa media kemanapun, karena sudah disesuaikan dengan dimensi tas ransel pada umumnya.

c. Jenis dan Teknik *Pop-Up Book*

1) Jenis *Pop-Up Book*

Pengembangan media pembelajaran berbasis *pop-up book* yang dikembangkan oleh peneliti menggunakan jenis *pop-up* 180 derajat. *Pop-up book* jenis ini diterapkan pada media agar gambar dapat ditampilkan secara 2 dimensi melalui gerakan halaman ketika media dibuka. Selain itu, pemilihan jenis *pop-up book* 180 derajat dapat menghemat tempat untuk menampilkan materi yang cukup banyak.



Sumber : Dokumen pribadi

Gambar 4. 10 Jenis *Pop-Up Book* Pada Produk Awal

2) Teknik *Pop-Up Book*

Produk awal yang dikembangkan oleh peneliti menggunakan 4 teknik *pop-up book* yaitu, *lift the flaps*, *pull-tabs*, *volvelles* dan *v-folding*. Pemilihan teknik pada *pop-up book* disesuaikan dengan isi materi yang disajikan. *Lift the flaps* dan *pull-tabs* dipilih untuk menyajikan sub bab yang memiliki banyak materi. Teknik tersebut

dapat menghemat halaman pada media karena *pop-up book* terdiri dari beberapa penempelan kertas. Sedangkan teknik *volvelles* dipilih untuk menampilkan komponen penyusun DNA agar lebih menarik serta merangsang motorik peserta didik melalui kegiatan memutar halaman buku dan teknik *v-folding* digunakan untuk menyimpan potongan kertas pada halaman pasangan kariotipe agar tidak berceceran.



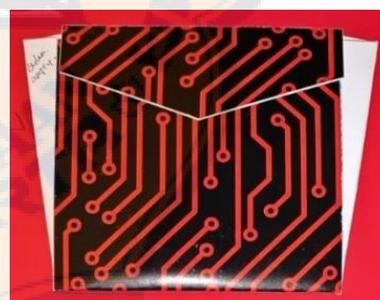
(a) *Lift The Flaps*



(b) *Pull-tabs*



(c) *Volvelles*



(d) *V-Folding*

Sumber : Dokumen pribadi

Gambar 4. 11 Teknik *Pop-Up Book* Pada Produk Awal : (a) *lift th flaps*, (b) *pull-tabs*, (c) *volvelles*, dan (d) *v-folding*

C. Data Hasil Validasi

Produk yang telah dikembangkan divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan 2 guru biologi kelas XII. Tujuan dilakukan validasi pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan oleh peneliti, sehingga dapat menjadi solusi dari temuan masalah dan kendala yang dialami guru biologi kelas XII pada analisis kebutuhan.

1. Data Hasil Validasi Ahli Materi Substansi Genetik Kelas XII

Validasi kelayakan materi Substansi Genetik dilakukan oleh tiga validator, yaitu Ibu Y.M.L (Dosen Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Sanata Dharma) sebagai ahli materi, Ibu N.E (Guru Biologi kelas XII, SMA Negeri 1 Wonosari, Gunungkidul) dan Bapak G (Guru Biologi kelas XII, SMA GAMA Yogyakarta). Terdapat 2 aspek yang dinilai dalam validasi kelayakan materi, meliputi isi materi dan kelengkapan penyajian. Hasil validasi diperoleh setelah semua validator memberikan penilaian pada produk berdasarkan rubrik penskoran. Data hasil validasi berupa skor pada masing – masing aspek dan rerata skor secara keseluruhan. Data tersebut kemudian direkapitulasi secara keseluruhan. Rekapitulasi data hasil validasi kelayakan media disajikan pada **Tabel 4.2** di bawah ini.

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Data Hasil Validasi Materi

Aspek yang Dinilai	Hasil Perolehan Skor			Rerata Skor
	Validator I (Y.M.L)	Validator II (N.E)	Validator III (G)	
Isi Materi	19	25	24	
Kelengkapan Penyajian	10	12	11	
Total Skor	29	37	35	
Jumlah seluruh item	10	10	10	
Rerata = $\frac{\sum \text{Skor keseluruhan}}{\sum \text{Jumlah seluruh item}}$	2,9	3,7	3,5	3,36
Kriteria	Baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik

Berdasarkan tabel rekapitulasi penilaian di atas, diketahui bahwa perolehan skor oleh validator I sebesar 2,9, validator II sebesar 3,7, dan validator III sebesar 3,5. Dari tiga penilaian skor tersebut diperoleh rerata penilaian sebesar 3,36 dengan kriteria “sangat baik”. Kriteria tersebut mengacu dari kajian pada **Tabel 3.6**. Penilaian validasi juga dilakukan secara kualitatif berdasarkan komentar dan saran dari validator. Berikut komentar dan saran validator yang disajikan pada **Tabel 4.3**, **Tabel 4.4**, dan **Tabel 4.5** di bawah ini.

Tabel 4. 3 Komentar dan Saran Ahli Materi (Ibu Y.M.L)

No	Aspek yang Dinilai	Komentar dan Saran
1	Isi Materi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak ditemukan sumber pustaka yang digunakan. ➤ Terdapat kesalahan gambar/salah cetak. <ul style="list-style-type: none"> • Gambar bentuk kromosom submetasentrik tidak tepat. • Pasangan kariotipe kurang tepat (pilih salah satu). • Gambar alel pada <i>pop-up</i> belum menunjukkan sifat alternatif. ➤ Ilustrasi gambar kurang lengkap. <ul style="list-style-type: none"> • Pada mekanisme replikasi DNA, gambar perlu dilengkapi dengan keterangan seperti <i>legging strand</i> dan <i>leading strand</i>. ➤ Terdapat kesalahan penulisan dan ejaan. <ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki kata “dispresif” pada materi DNA. • Penulisan molekul kimia “PO43” tidak tepat. • Pada soal uraian nomor 2, penulisan nama ilmiah perlu diperbaiki. ➤ Keterangan gambar belum lengkap. ➤ Kurang konsisten dalam pemilihan kalimat. <ul style="list-style-type: none"> • Pemilihan kata Gen Aktif atau Gen Eksperif? • Pada soal PG nomor 4, penyebutan mRNA atau RNAd? ➤ Soal evaluasi perlu diperbaiki <ul style="list-style-type: none"> • Soal PG nomor 2 tidak ada opsi jawaban. • Soal PG nomor 3, opsi D sebaiknya diubah. ➤ Masih perlu disesuaikan dengan RPP dan LKPD.
2	Kelengkapan Penyajian	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Soal evaluasi belum mencapai level pada IPK.

Tabel 4. 4 Komentar dan Saran Guru Biologi (Ibu N.E)

No	Aspek yang Dinilai	Komentar dan Saran
1	Isi Materi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Perbaiki untuk halaman 3, fungsi kromosom diubah menjadi jenis kromosom. ➤ Gambar kromosom submetasentrik perlu diperbaiki. ➤ Halaman 4 kuis pasangan kariotipe dipilih salah satu antara XX atau XY. ➤ Kesalahan pada halaman 8, pengertian alel perlu diperbaiki. ➤ Terdapat kesalahan gambar pada kromosom sehomolog. ➤ Struktur DNA perlu dilengkapi. ➤ Materi sintesis protein belum lengkap. ➤ Saran agar ditambah ilustrasi mengenai cerita di kehidupan sehari – hari. ➤ Soal evaluasi perlu diperbaiki. <ul style="list-style-type: none"> • Soal PG nomor 2 tidak ada jawabannya.
2	Kelengkapan Penyajian	-

Tabel 4. 5 Komentar dan Saran Guru Biologi (Bapak G)

No	Aspek yang Dinilai	Komentar dan Saran
1	Isi Materi	➤ Masih diperlukan revisi terutama pada aspek isi materi (kebenaran substansi, keakuratan dan kelengkapan informasi materi lebih dipertajam).
2	Kelengkapan Penyajian	-

Berdasarkan hasil perolehan data kuantitatif dan kualitatif yang dilakukan oleh validator I, validator II, dan validator III terkait materi yang dimuat dalam media pembelajaran yang dikembangkan, maka dapat disimpulkan bahwa produk media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII ini layak diuji coba dengan revisi.

2. Data Hasil Validasi Ahli Media Pembelajaran

Validasi kelayakan media pembelajaran berbasis *pop-up book* dilakukan oleh tiga validator yaitu, Ibu M.A (Dosen Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Sanata Dharma) sebagai ahli media, Ibu N.E (Guru Biologi kelas XII, SMA Negeri 1 Wonosari, Gunungkidul) dan Bapak G (Guru Biologi kelas XII, SMA GAMA Yogyakarta). Terdapat 3 aspek yang dinilai dalam validasi kelayakan media, meliputi tampilan produk, cara penggunaan produk, dan kelayakan bahasa. Hasil validasi diperoleh setelah semua validator memberikan penilaian pada produk berdasarkan rubrik penskoran. Data hasil validasi berupa skor pada masing – masing aspek dan

rerata skor secara keseluruhan. Data tersebut kemudian direkapitulasi secara keseluruhan. Rekapitulasi data hasil validasi kelayakan media disajikan pada **Tabel 4.6** di bawah ini.

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Data Hasil Validasi Media

Aspek yang Dinilai	Hasil Perolehan Skor			Rerata Skor
	Validator I (M.A)	Validator II (N.E)	Validator III (G)	
Tampilan Produk	21	24	24	
Cara Penggunaan Produk	14	16	16	
Kelayakan Bahasa	17	16	20	
Total Skor	52	56	60	
Jumlah seluruh item	15	15	15	
Rerata = $\frac{\sum \text{Skor keseluruhan}}{\sum \text{Jumlah seluruh item}}$	3,47	3,73	4	3,73
Kriteria	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik

Berdasarkan tabel rekapitulasi penilaian di atas, diketahui bahwa perolehan skor oleh validator I sebesar 3,47, validator II sebesar 3,73, dan validator III sebesar 4. Dari tiga penilaian skor tersebut diperoleh rerata penilaian sebesar 3,73 dengan kriteria “sangat baik”. Kriteria tersebut mengacu dari kajian pada **Tabel 3.6**. Penilaian validasi juga dilakukan secara kualitatif berdasarkan komentar dan saran dari para validator. Berikut komentar dan saran validator yang telah disajikan pada **Tabel 4.7**, **Tabel 4.8**, dan **Tabel 4.9** di bawah ini.

Tabel 4. 7 Komentar dan Saran Ahli Media (Ibu M.A)

No.	Aspek yang Dinilai	Komentar dan Saran
1	Tampilan Produk	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Komposisi warna pada beberapa bagian kurang kontras. ➤ Salah cetak pada beberapa gambar. ➤ Beberapa kegiatan media sulit digunakan dan potongan terlalu kecil sehingga resiko untuk robek.
2	Cara Penggunaan Produk	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Perlu adanya petunjuk operasional pada setiap kegiatan di beberapa bagian <i>pop-up</i>. ➤ Rumusan indikator perlu mengakomodasi ruang lingkup KD.
3	Kelayakan Bahasa	-

Tabel 4. 8 Komentar dan Saran Guru Biologi (Ibu N.E)

No.	Aspek yang Dinilai	Komentar dan Saran
1	Tampilan Produk	➤ Kesalahan cetak pada gambar perlu diperbaiki.
2	Cara Penggunaan Produk	-
3	Kelayakan Bahasa	➤ Terdapat kesalahan penulisan, sehingga beberapa kata kurang tepat.

Tabel 4. 9 Komentar dan Saran Guru Biologi (Bapak G)

No.	Aspek yang Dinilai	Komentar
1	Tampilan Produk	➤ Sudah baik.
2	Cara Penggunaan Produk	➤ Sudah baik.
3	Kelayakan Bahasa	➤ Sudah baik.

Berdasarkan hasil perolehan data kuantitatif dan kualitatif yang dilakukan pada validator I, validator II, dan validator III terkait tampilan media dalam media pembelajaran yang dikembangkan dapat disimpulkan bahwa produk, maka media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII ini layak diuji coba dengan revisi.

Setelah melakukan validasi isi materi dan tampilan media oleh 4 validator, diperoleh hasil keseluruhan validasi produk media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik kelas XII. Rekapitulasi data hasil validasi produk disajikan pada **Tabel 4.10** di bawah ini.

Tabel 4. 10 Hasil Akhir Validasi Produk

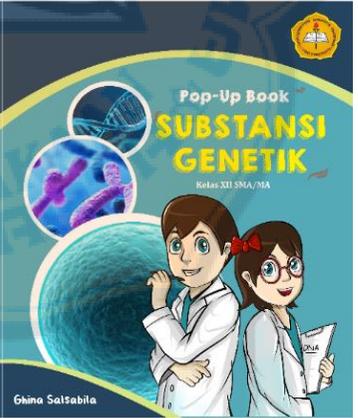
No	Kategori	Rerata
1.	Validasi Materi	3,36
2.	Validasi Media	3,73
Jumlah		7,09
Rata-Rata Akhir		3,54
Kriteria		Sangat Baik

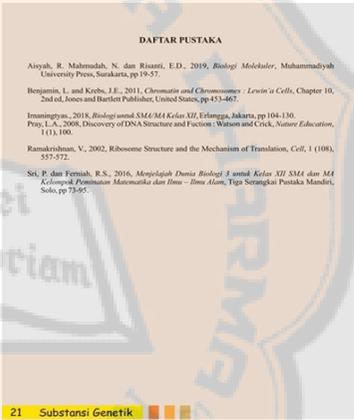
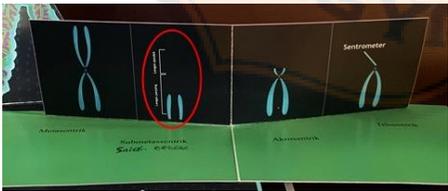
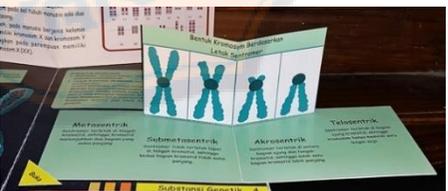
D. Revisi Produk Akhir

1. Revisi Produk

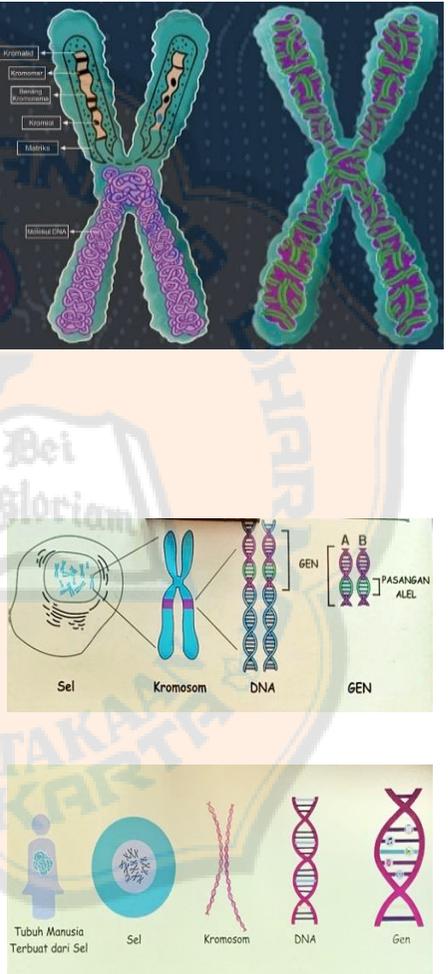
Peneliti melakukan perbaikan dan perubahan pada beberapa bagian produk sesuai dengan hasil penilaian, komentar dan saran validator, sehingga produk akhir yang dihasilkan lebih baik dari produk sebelumnya. Hasil revisi yang dilakukan oleh peneliti atas masukan para validator disajikan dalam **Tabel 4.11** dan **Tabel 4.12** di bawah ini.

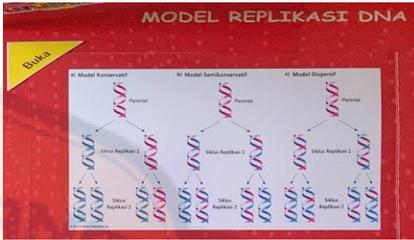
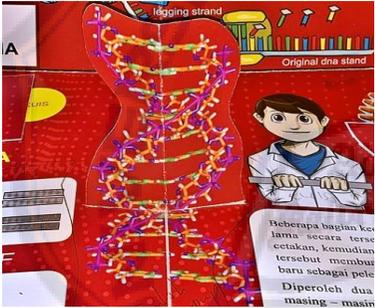
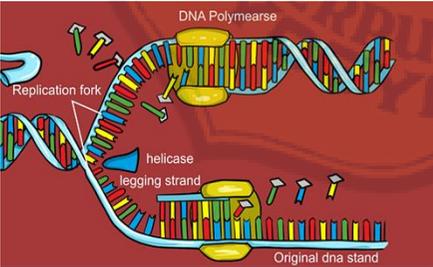
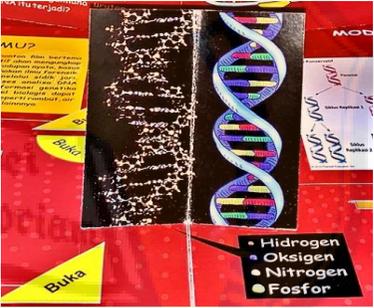
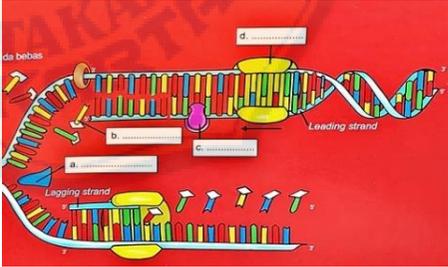
Tabel 4. 11 Perbaikan Materi Sesuai Komentar dan Saran Validator (Ahli Materi dan Guru Biologi)

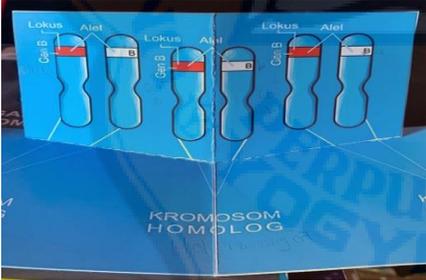
No.	Komentar dan Saran	Produk Awal	Produk Akhir	Perbaikan																																																																																																																
1.	IPK perlu disesuaikan dengan KD pada RPP.	<p>KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI (IPK)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>KD Pengetahuan</th> <th>No</th> <th>KD Keterampilan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.3</td> <td>Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup.</td> <td>4.3</td> <td>Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein).</td> </tr> <tr> <th>No</th> <th>IPK Pengetahuan</th> <th>No</th> <th>IPK Keterampilan</th> </tr> <tr> <td>3.3.1</td> <td>Mengjabarkan struktur kromosom.</td> <td>4.3.1</td> <td>Membuat model DNA.</td> </tr> <tr> <td>3.3.2</td> <td>Mengorganisasikan bentuk kromosom berdasarkan jumlah dan letak sentromernya.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.3</td> <td>Mengidentifikasi fungsi kromosom.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.4</td> <td>Membedakan pengertian gen dan alel.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.5</td> <td>Mengkonstruksi gambar mekanisme replikasi DNA. (C6)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.6</td> <td>Mencirikan jenis-jenis RNA. (C5)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.7</td> <td>Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA. (C4)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.8</td> <td>Merumuskan proses sintesis protein. (C5)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.9</td> <td>Mengtipiskan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein. (C4)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.10</td> <td>Mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi kromosom, gen, DNA dan RNA dalam proses sintesis protein. (C4)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	No	KD Pengetahuan	No	KD Keterampilan	3.3	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup.	4.3	Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein).	No	IPK Pengetahuan	No	IPK Keterampilan	3.3.1	Mengjabarkan struktur kromosom.	4.3.1	Membuat model DNA.	3.3.2	Mengorganisasikan bentuk kromosom berdasarkan jumlah dan letak sentromernya.			3.3.3	Mengidentifikasi fungsi kromosom.			3.3.4	Membedakan pengertian gen dan alel.			3.3.5	Mengkonstruksi gambar mekanisme replikasi DNA. (C6)			3.3.6	Mencirikan jenis-jenis RNA. (C5)			3.3.7	Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA. (C4)			3.3.8	Merumuskan proses sintesis protein. (C5)			3.3.9	Mengtipiskan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein. (C4)			3.3.10	Mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi kromosom, gen, DNA dan RNA dalam proses sintesis protein. (C4)			<p>KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI (IPK)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>NO.</th> <th>KD Pengetahuan</th> <th>NO.</th> <th>KD Keterampilan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.3</td> <td>Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup.</td> <td>4.3</td> <td>Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein).</td> </tr> <tr> <th>NO.</th> <th>IPK Pengetahuan</th> <th>NO.</th> <th>IPK Keterampilan</th> </tr> <tr> <td>3.3.1</td> <td>Mengidentifikasi struktur kromosom.</td> <td>4.3.1</td> <td>Merancang model simulasi proses sintesis protein disertai penan DNA dan RNA (mRNA, tRNA, rRNA).</td> </tr> <tr> <td>3.3.2</td> <td>Mengorganisasikan bentuk dan jenis kromosom.</td> <td>4.3.2</td> <td>Mempercepatkan model charta atau poster simulasi proses sintesis protein yang dihasilkan.</td> </tr> <tr> <td>3.3.3</td> <td>Mendeskripsikan karyotipe pada manusia.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.4</td> <td>Mendiferensiasikan fungsi gen dan alel.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.5</td> <td>Mengidentifikasi struktur DNA.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.6</td> <td>Meyajutkan proses mekanisme replikasi DNA.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.7</td> <td>Mengjelaskan hubungan gen, kromosom dan DNA.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.8</td> <td>Mengidentifikasi struktur RNA.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.9</td> <td>Menganalisis fungsi jenis-jenis RNA.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.10</td> <td>Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.11</td> <td>Menguraikan proses transkripsi dan translasi dalam sintesis protein.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3.12</td> <td>Mencirikan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	NO.	KD Pengetahuan	NO.	KD Keterampilan	3.3	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup.	4.3	Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein).	NO.	IPK Pengetahuan	NO.	IPK Keterampilan	3.3.1	Mengidentifikasi struktur kromosom.	4.3.1	Merancang model simulasi proses sintesis protein disertai penan DNA dan RNA (mRNA, tRNA, rRNA).	3.3.2	Mengorganisasikan bentuk dan jenis kromosom.	4.3.2	Mempercepatkan model charta atau poster simulasi proses sintesis protein yang dihasilkan.	3.3.3	Mendeskripsikan karyotipe pada manusia.			3.3.4	Mendiferensiasikan fungsi gen dan alel.			3.3.5	Mengidentifikasi struktur DNA.			3.3.6	Meyajutkan proses mekanisme replikasi DNA.			3.3.7	Mengjelaskan hubungan gen, kromosom dan DNA.			3.3.8	Mengidentifikasi struktur RNA.			3.3.9	Menganalisis fungsi jenis-jenis RNA.			3.3.10	Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA.			3.3.11	Menguraikan proses transkripsi dan translasi dalam sintesis protein.			3.3.12	Mencirikan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein.			Rumusan IPK telah diakomodasi dengan ruang lingkup KD 3.3 dengan tingkat level kognitif C4 (menganalisis).
No	KD Pengetahuan	No	KD Keterampilan																																																																																																																	
3.3	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup.	4.3	Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein).																																																																																																																	
No	IPK Pengetahuan	No	IPK Keterampilan																																																																																																																	
3.3.1	Mengjabarkan struktur kromosom.	4.3.1	Membuat model DNA.																																																																																																																	
3.3.2	Mengorganisasikan bentuk kromosom berdasarkan jumlah dan letak sentromernya.																																																																																																																			
3.3.3	Mengidentifikasi fungsi kromosom.																																																																																																																			
3.3.4	Membedakan pengertian gen dan alel.																																																																																																																			
3.3.5	Mengkonstruksi gambar mekanisme replikasi DNA. (C6)																																																																																																																			
3.3.6	Mencirikan jenis-jenis RNA. (C5)																																																																																																																			
3.3.7	Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA. (C4)																																																																																																																			
3.3.8	Merumuskan proses sintesis protein. (C5)																																																																																																																			
3.3.9	Mengtipiskan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein. (C4)																																																																																																																			
3.3.10	Mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi kromosom, gen, DNA dan RNA dalam proses sintesis protein. (C4)																																																																																																																			
NO.	KD Pengetahuan	NO.	KD Keterampilan																																																																																																																	
3.3	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup.	4.3	Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein).																																																																																																																	
NO.	IPK Pengetahuan	NO.	IPK Keterampilan																																																																																																																	
3.3.1	Mengidentifikasi struktur kromosom.	4.3.1	Merancang model simulasi proses sintesis protein disertai penan DNA dan RNA (mRNA, tRNA, rRNA).																																																																																																																	
3.3.2	Mengorganisasikan bentuk dan jenis kromosom.	4.3.2	Mempercepatkan model charta atau poster simulasi proses sintesis protein yang dihasilkan.																																																																																																																	
3.3.3	Mendeskripsikan karyotipe pada manusia.																																																																																																																			
3.3.4	Mendiferensiasikan fungsi gen dan alel.																																																																																																																			
3.3.5	Mengidentifikasi struktur DNA.																																																																																																																			
3.3.6	Meyajutkan proses mekanisme replikasi DNA.																																																																																																																			
3.3.7	Mengjelaskan hubungan gen, kromosom dan DNA.																																																																																																																			
3.3.8	Mengidentifikasi struktur RNA.																																																																																																																			
3.3.9	Menganalisis fungsi jenis-jenis RNA.																																																																																																																			
3.3.10	Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA.																																																																																																																			
3.3.11	Menguraikan proses transkripsi dan translasi dalam sintesis protein.																																																																																																																			
3.3.12	Mencirikan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein.																																																																																																																			
2.	Kebenaran substansi perlu diperbaiki.		<p>Judul buku</p> 	Atas saran dari validator, judul buku diubah menjadi “Substansi Genetik” agar tidak ada pengulangan kalimat pada kata “materi” yang memiliki dua arti, yaitu “bahan ajar” dan “komponen pada genetika”.																																																																																																																

No.	Komentar dan Saran	Produk Awal	Produk Akhir	Perbaikan
				<p>Atas saran dari validator, judul sumateri diubah menjadi “jenis kromosom”.</p>
		<p>Tidak ditemukan adanya sumber pustaka.</p>	<p>Sumber pustaka</p> 	<p>Penambahan daftar pustaka pada halaman akhir media pembelajaran agar kebenaran isi materi pada media dapat dipertanggung jawabkan.</p>
<p>3.</p>	<p>Kakuratan ilustrasi perlu diperbaiki.</p>		<p>Kesalahan gambar/salah cetak</p> 	<p>Pembaharuan gambar kromosom submetasentrik.</p>

No.	Komentar dan Saran	Produk Awal	Produk Akhir	Perbaikan
		 <p>The initial product consists of two parts. The top part is a blue pop-up diagram showing three pairs of homologous chromosomes, labeled 'KROMOSOM HOMOLOG'. The bottom part is a karyotype showing 22 pairs of autosomes and sex chromosomes (X, Y, X, X). The Y chromosome is circled in red.</p>	 <p>The revised product also consists of two parts. The top part is a blue pop-up diagram showing three pairs of homologous chromosomes, labeled 'HOMOZIGOT DOMINAN', 'HETEROZIGOT', and 'HOMOZIGOT RESESI'. The bottom part is a karyotype showing 22 pairs of autosomes and sex chromosomes (X, X, X, X). The two X chromosomes are circled in red.</p>	<p>Keterangan gambar alel pada <i>pop-up</i> menampilkan 3 pasang homozigot dominan (BB). Keterangan pada gambar kemudian diperbaiki dengan keterangan homozigot dominan (BB), heterozigot (Bb), dan homozigot resesif (bb).</p> <p>Produk awal menampilkan dua jenis gonosom yaitu XX dan XY yang menjadikan jumlah kromosom menjadi 48. Sedangkan menurut teori, manusia memiliki jumlah kromosom 46 yang terdiri dari 22 pasang autosom dan 1 pasang gonosom. Perbaikan dilakukan dengan memilih salah satu gonosom yaitu XX agar tidak terjadi miskonsepsi.</p>

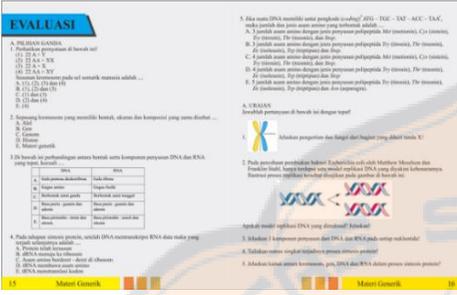
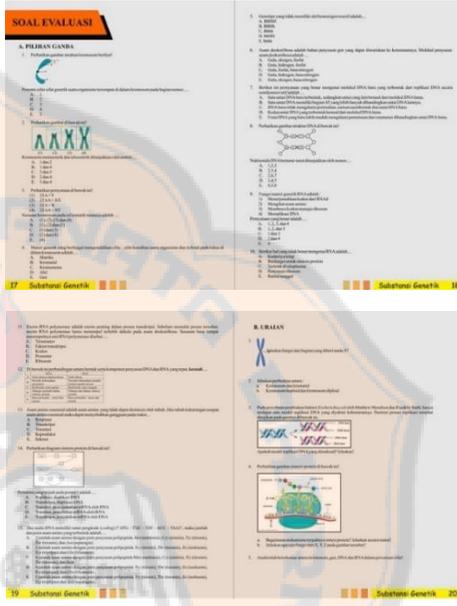
No.	Komentar dan Saran	Produk Awal	Produk Akhir	Perbaikan
		 <p>The initial product consists of two images. The top image shows a 3D model of a chromosome with a central centromere and two arms, colored in shades of green and blue. The bottom image is a diagram showing a DNA double helix structure with labels for 'GEN' and 'PASANGAN ALEL' (A and B).</p>	<p>Kelengkapan ilustrasi gambar</p>  <p>The final product includes two detailed diagrams. The top diagram shows a chromosome with labels for 'Kromatid', 'Kromomer', 'Benang kromonema', 'Kromul', 'Matriks', and 'Molekul DNA'. The bottom diagram shows a hierarchy of genetic material: 'Tubuh Manusia Terbuat dari Sel' (Human body made of cells), 'Sel' (Cell), 'Kromosom' (Chromosome), 'DNA', and 'Gen'.</p>	<p>Penambahan gambar struktur kromosom secara rinci (kromatid, kromomer, benang kromonema, kromiol, matriks, dan molekul DNA).</p> <p>Pada materi gen dan alel terdapat gambar kromosom dan DNA pada bagian tengah halaman tanpa adanya keterangan gambar. Gambar tersebut kemudian diperbaharui dengan gambar yang lebih lengkap penyajiannya.</p>

No.	Komentar dan Saran	Produk Awal	Produk Akhir	Perbaikan
		 <p>MODEL REPLIKA DNA MODEL KONSERVATIF kedua untai polinukleotida induk tidak berpisah dan berfungsi sebagai cetakan. Heliks ganda DNA baru tidak mengandung polinukleotida lama.</p> <p>MODEL SEMIKONSERVATIF kedua untai polinukleotida berpisah kemudian masing-masing untai nukleotida membuat untai polinukleotida baru sebagai pelengkapannya. Diperoleh dua heliks ganda DNA yang masing-masing mengandung satu untai polinukleotida lama dan satu untai polinukleotida baru.</p>	 <p>MODEL REPLIKASI DNA</p> <p>Model Konservatif, Model Semiconservatif, Model Dispersif</p>	<p>Pembaharuan gambar model – model replikasi DNA dari gambar hitam putih menjadi gambar berwarna agar lebih mudah dipahami.</p>
<p>Penambahan keterangan gambar</p>				
		 <p>Beberapa bagian ke-1 lama secara teres-2 etakan, kemudian tersebut membar-3 baru sebagai pele-4 Diperoleh dua masing – masin</p>  <p>DNA Polymearse Replication fork helicase legging strand Original dna stand</p>	 <p>Hidrogen Oksigen Nitrogen Fosfor</p>  <p>da bebas Leading strand Lagging strand</p>	<p>Penambahan gambar heliks DNA beserta keterangan gambar agar lebih jelas.</p> <p>Gambar diperbaiki dengan menambahkan gambar DNA ligase dan RNA polimirase, serta memberi keterangan gambar berupa <i>legging strand</i> dan <i>leading strand</i> agar materi dapat lebih mudah dipahami.</p>

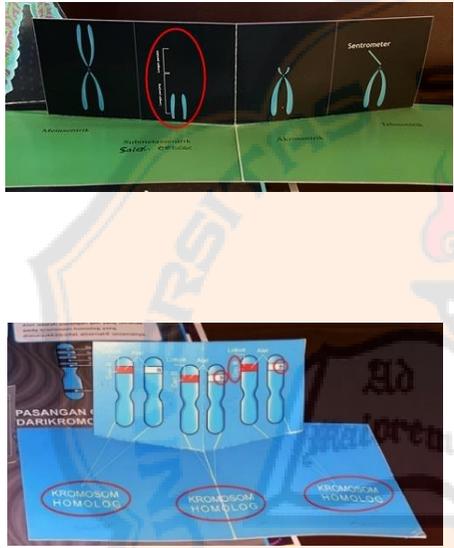
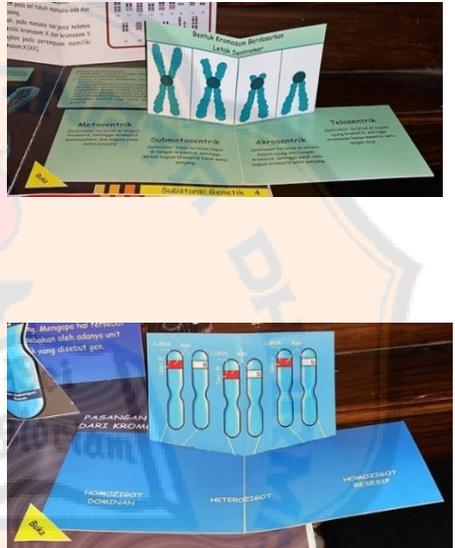
No.	Komentar dan Saran	Produk Awal	Produk Akhir	Perbaikan
4.	Kelengkapan informasi lebih dipertajam.	<p>Penjelasan dan ilustrasi pada materi sintesis protein (proses transkripsi dan translasi) belum disajikan.</p> 	<p>Penambahan isi materi</p> 	<p>Perbaikan dilakukan dengan penambahan halaman untuk materi sintesis protein, yaitu penjelasan mengenai proses transkripsi dan translasi disertai dengan gambar pendukung.</p> <p>Penambahan penjabaran materi terkait kromosom homolog : homozigot dominan, heterozigot, dan homozigot resesif pada muka halaman teknik <i>pop-up</i>.</p>

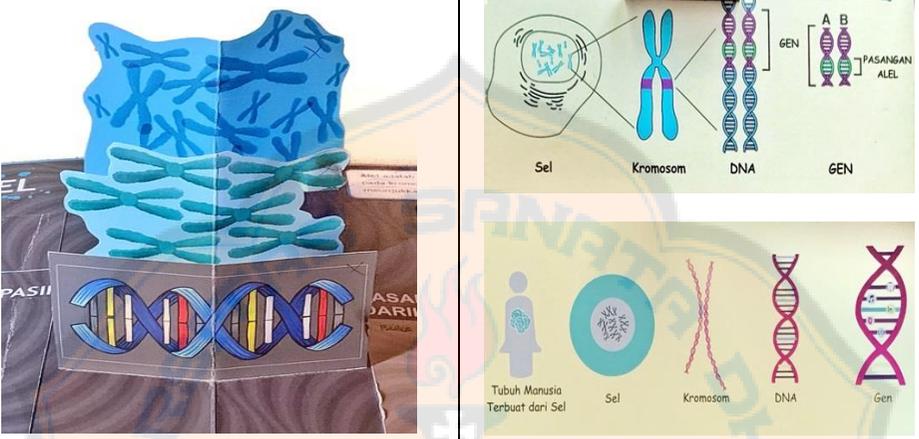
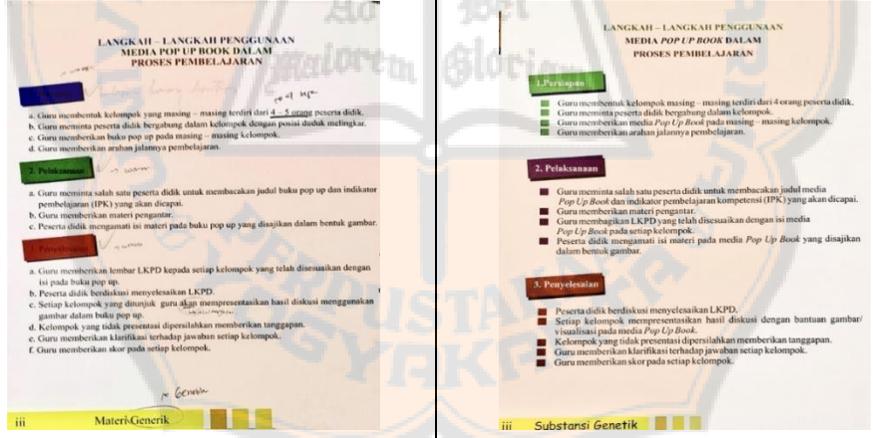
No.	Komentar dan Saran	Produk Awal	Produk Akhir	Perbaikan
		Kesalahan penulisan dan ejaan		
		<p>MODEL DISPRESIF</p> <p>2. Gugus fosfat (PO43-).</p> <p>bakteri Escherichia coli</p> <p>Alel adalah pasangan gen yang terletak pada kromosom homolog yang meunjukkan sifat alternatif sesamanya.</p>	<p>Model Dispersif</p> <p>2. Gugus fosfat (PO₄³⁻)</p> <p>bakteri <i>Escherichia coli</i></p> <p>•Alel adalah pasangan gen pada kromosom homolog yang menunjukkan sifat alternatif sesamanya.</p> <p>PENGERTIAN</p>	<p>Terdapat kesalahan penulisan dan ejaan dalam media pembelajaran seperti, salah ketik (<i>typo</i>), kesalahan penulisan rumus kimia, dan nama ilmiah. Perbaikan dilakukan dengan mengubah kalimat sesuai dengan ketentuan penulisan agar tidak terjadi kesalahan dalam penyampaian informasi pada materi.</p>
		Konsisten dalam pemilihan kata		
		<p>GEN AKTIF DAN GEN PASIF</p> <p>Gen ekspresif merupakan gen yang aktif untuk mengekspresikan sifat, sedangkan gen pasif tidak tampak pengaruhnya.</p>	<p>•Gen aktif merupakan gen yang aktif untuk mengekspresikan sifat. •Gen pasif tidak tampak pengaruhnya. Sebagai contoh, gen penumbuh rambut akan aktif di sel jaringan kulit tertentu tetapi pasif di sel lain.</p> <p>GEN AKTIF DAN GEN PASIF</p>	<p>Kalimat diperbaiki dengan pemilihan kata yang lebih konsisten.</p>

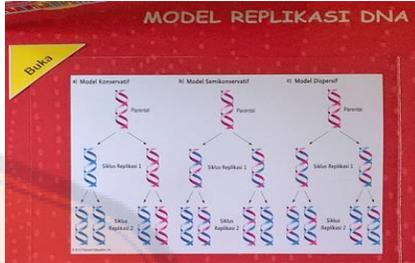
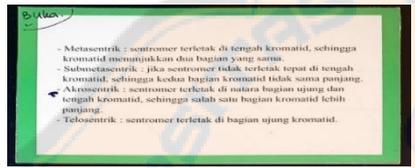
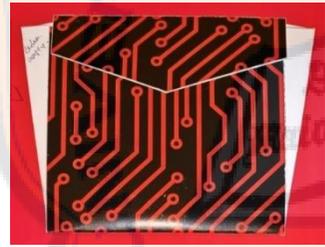
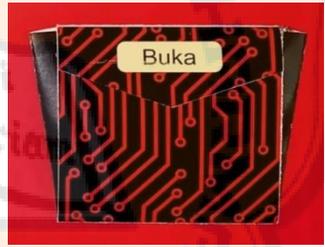
No.	Komentar dan Saran	Produk Awal	Produk Akhir	Perbaikan
		<p>Saran dari validator guru biologi agar ditambahkan ilustrasi atau cerita mengenai fenomena yang ada di kehidupan sehari – hari.</p>	<p style="text-align: center;">Ilustrasi gambar atau cerita</p>  <p>Apakah teman-teman memperhatikan bahwa manusia lahir dengan banyak sekali keberagaman? Sebagai contoh warna bola mata, warna kulit, dan bentuk rambut setiap individu memiliki keunikan masing-masing. Mengapa hal tersebut bisa terjadi? Hal tersebut disebabkan oleh adanya unit tekecil dari materi genetik yang disebut gen.</p> <p>TAHUKAH KAMU? Apakah teman-teman suka menonton film bertema misteri? Biasanya para detektif akan mengungkap suatu kasus kejahatan. Dalam kehidupan nyata, kasus kejahatan akan diungkap menggunakan ilmu forensik. Metode yang digunakan bisa melalui sidik jari, ballistik, dan analisa DNA. Proses analisa DNA digunakan untuk mengetahui informasi genetika seseorang. Hampir seluruh sampel biologis dapat dipakai untuk melakukan tes DNA, seperti rambut, air liur, urine, darah, dan jaringan tubuh lainnya.</p> <p>TAHUKAH KAMU? Tidak hanya DNA yang dapat mengungkap kasus kejahatan. Studi terbaru menunjukkan bahwa micro RNA juga dapat mengungkap kasus kejahatan. Setiap organ tubuh manusia memiliki molekul micro RNA-nya sendiri. Melalui molekul tersebut tim forensik dapat mengidentifikasi organ tubuh korban yang mengalami kekerasan atau kejahatan.</p> <p>TAHUKAH KAMU? Setiap bagian tubuh makhluk hidup komponen utama penyusunnya adalah protein. Proses pembuatan protein disebut sintesis protein. Protein yang dihasilkan yaitu protein struktural dan protein fungsional. Protein struktural berperan dalam pembentukan struktur dan organ tubuh seperti massa otot, tulang, rambut, kuku. Sedangkan protein fungsional berperan dalam pembentukan enzim, antibodi, hormon.</p>	<p>Saran dari validator direalisasikan dengan menambahkan cerita terkait fenomena-fenomena yang berhubungan dengan materi gen, DNA, RNA, dan sintesis protein.</p>

No.	Komentar dan Saran	Produk Awal	Produk Akhir	Perbaikan
5.	Soal evaluasi pembelajaran perlu diperbaiki karena belum mencapai level tingkat kognitif pada IPK dan KD.			Perbaikan pada soal evaluasi dengan mengganti beberapa soal yang kemudian disesuaikan dengan tingkatan level kognitif C4. Selain itu, peneliti juga menambahkan jumlah soal pada produk akhir menjadi 15 butir soal untuk pilihan ganda dan 5 butir soal untuk uraian.

Tabel 4. 12 Perbaikan Media Sesuai Komentar dan Saran Validator (Ahli Media dan Guru Biologi)

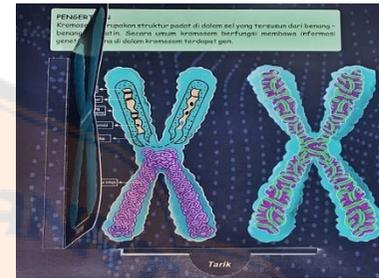
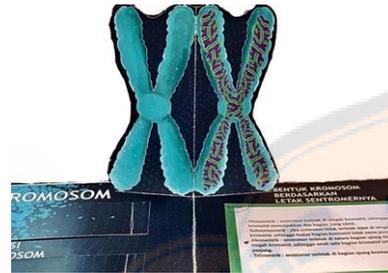
No.	Komentar dan Saran	Produk Awal	Produk Akhir	Perbaikan
		Kesalahan gambar/salah cetak		
1.	Gambar perlu disesuaikan dengan materi pada RPP.			<p>Pembaharuan gambar kromosom submetasentrik.</p> <p>Keterangan gambar alel pada <i>pop-up</i> menampilkan 3 pasang homozigot dominan (BB). Keterangan pada gambar kemudian diperbaiki dengan keterangan homozigot dominan (BB), heterozigot (Bb), dan homozigot resesif (bb).</p>

		<p style="text-align: center;">Kelengkapan ilustrasi gambar</p> 	<p>Pada materi gen dan alel terdapat gambar kromosom dan DNA pada bagian tengah halaman tanpa adanya keterangan gambar. Gambar tersebut kemudian diperbaharui dengan gambar yang lebih lengkap penyajiannya.</p>
<p>2.</p>	<p>Komposisi warna perlu diperbaiki.</p>		<p>Background tulisan pada point langkah – langkah pembelajaran (persiapan, pelaksanaan, penyelesaian) diubah menggunakan pemilihan warna terang dengan font warna putih, sehingga tulisan dapat dibaca dengan jelas.</p>

		 <p>MODEL REPLIKA DNA MODEL KONSERVATIF kedua untai polinukleotida induk tidak berubah dan berfungsi sebagai cetakan. Heliks ganda DNA baru tidak mengandung polinukleotida lama.</p> <p>MODEL SEMIKONSERVATIF kedua untai polinukleotida berpisah kemudian masing-masing untai nukleotida membuat untai polinukleotida baru sebagai pelengkapannya. Diperoleh dua heliks ganda DNA yang masing-masing mengandung satu untai polinukleotida lama dan satu untai polinukleotida baru.</p>	 <p>MODEL REPLIKASI DNA</p> <p>Buka</p> <p>Model Konservatif, Model Semikonservatif, Model Dispersif</p>	<p>Pembaharuan gambar model – model replikasi DNA dari gambar hitam putih menjadi berwarna agar lebih menarik dan mudah dipahami.</p>
<p>3.</p>	<p>Belum ada penjelasan petunjuk/ petunjuk operasional pada media.</p>	 <p>Bentuk Kromosom Berdasarkan Jumlah Sentromer</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metasentrik : sentromer terletak di tengah kromatid, sehingga kromatid menunjukkan dua bagian yang sama. - Submetasentrik : jika sentromer tidak terletak tepat di tengah kromatid, sehingga kedua bagian kromatid tidak sama panjang. - Akrosentrik : sentromer terletak di antara bagian ujung dan tengah kromatid, sehingga salah satu bagian kromatid lebih panjang. - Telosentrik : sentromer terletak di bagian ujung kromatid.  <p>KUIS!</p> <p>Jumlah kromosom antar organisme berbeda – beda dan tidak dipengaruhi oleh derajat tingkatan kesempurnaan suatu organisme maupun ukuran tubuhnya. Sebagai contoh ikan mas memiliki 94 kromosom, sapi memiliki 60 kromosom, sedangkan manusia memiliki 46 kromosom. Coba kalian cari tahu jumlah kromosom pada organisme lainnya!</p> 	 <p>Bentuk Kromosom Berdasarkan Jumlah Sentromer</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acentrik : kromosom yang tidak memiliki sentromer - Monosentrik : kromosom yang memiliki satu sentromer - Disentrik : kromosom yang memiliki dua sentromer - Polisentrik : kromosom yang memiliki banyak sentromer <p>Substansi Genetik 4</p>  <p>Buka</p> <p>KUIS!</p> <p>Apakah teman-teman tahu bahwa beberapa kromosom memiliki satelit? Kromosom pada gambar di atas memiliki ujung lengan berbentuk bulat. Ujung bulat pada kromosom tersebut disebut satelit.</p> <p>Coba teman-teman cari tahu bagaimana satelit pada kromosom bisa terbentuk.</p> 	<p>Penambahan petunjuk operasional pada setiap bagian teknik <i>pop-up book</i> yaitu “tarik” dan “buka” agar pembaca tidak melewatkan kegiatan ataupun materi yang disajikan pada media.</p>

4. Beberapa kegiatan pada media sulit digunakan.

Teknik *pop-up book*



Gen adalah unit terkecil dari materi genetik yang mengendalikan sifat - sifat hereditas suatu organisme. Gen terletak di dalam lokus - lokus tertentu pada kromosom.

GEN AKTIF DAN GEN PASIF

Saat masih zigot kekuatan gen pada suatu individu adalah sama, kemudian ketika jaringan terbentuk maka gen akan bekerja menjadi dua macam sesuai tempatnya. Dua macam gen tersebut adalah gen aktif (ekspresif) dan gen pasif.

Gen ekspresif merupakan gen yang aktif untuk mengekspresikan sifat, sedangkan gen pasif tidak tampak pengaruhnya.

Contoh : gen penumbuh rambut akan aktif di sel jaringan kulit tertentu tetapi pasif di sel lain.

Gen adalah unit terkecil dari materi genetik yang berfungsi mengendalikan sifat - sifat hereditas suatu organisme. Gen tersusun atas unsur - unsur DNA yang dapat melakukan replikasi. Gen terletak di dalam lokus - lokus tertentu pada kromosom.

Alel adalah pasangan gen pada kromosom homolog yang menunjukkan sifat alternatif sesamanya.

PENGERTIAN GEN DAN ALEL

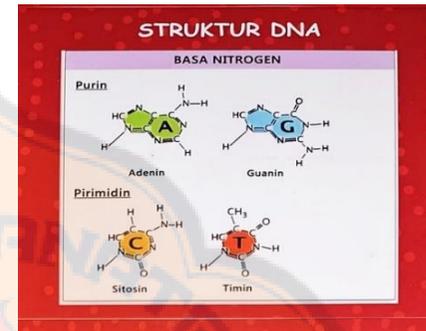
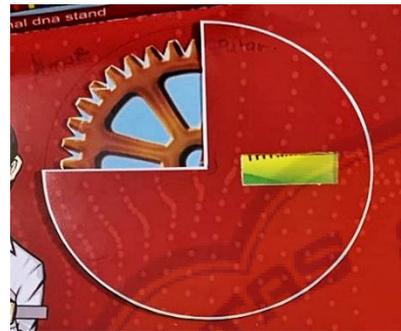
GEN AKTIF DAN GEN PASIF

Tarik

Sel Kromosom DNA GEN PASANGAN ALEL

Teknik *pop-up book* pada gambar kromosom diubah dari jenis 180 derajat menjadi *lift the flaps* dan *pull-tabs*. Hal tersebut dikarenakan adanya revisi terkait penambahan ilustrasi dan keterangan gambar.

Perbaikan dilakukan dengan mengubah desain karena adanya revisi penambahan gambar dan materi. *Pop-up book* teknik *waterfall* dipilih agar materi dan gambar dapat disajikan secara lengkap meskipun *space* pada halaman terbatas.



RNA adalah makromolekul polinukleotida yang berbentuk tunggal dan berperan

KOMPONEN PENYUSUN RNA

1. Gula ribosa berkarbon 5.
2. Gugus fosfat (PO4³⁻).
3. Basa nitrogen, terdiri atas dua jenis yaitu :
 - Purin dibagi menjadi dua macam yaitu guanin (G) dan adenin (A),
 - Pirimidin yang dibagi menjadi dua macam yaitu urasil (U) dan sitosin (C)

■ **mRNA (messenger RNA)**

Dibentuk oleh DNA melalui proses transkripsi di dalam inti sel. Berfungsi membawa kode genetik (kodon) dari kromosom di dalam inti sel ke ribosom di dalam sitoplasma.

PENGERTIAN RNA

RNA (Ribonucleic acid) adalah polimer polinukleotida yang ber-basalik fungsi dan pendek. RNA, termasuk di dalamnya adalah transkripsi.

JENIS RNA

RNA dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu mRNA (messenger RNA), tRNA (transfer RNA), dan rRNA (ribosomal RNA).

■ **mRNA (messenger RNA)**

mRNA dibentuk oleh DNA melalui proses transkripsi di dalam inti sel. Setelah diteruskan oleh DNA, mRNA yang telah membawa informasi dari DNA akan dikirim keluar dari inti sel, yaitu melalui pori-pori di dalam selubung untuk di terjemahkan. Setiap urutan tiga basa yang berurutan pada mRNA disebut kodon. Kodon berfungsi menentukan jenis asam amino pada proses sintesis protein. Jika ada urutan protein telah selesai, maka akan terurai kembali.

■ **tRNA (transfer RNA)**

tRNA (transfer RNA) di transkripsi dari sekeping DNA di dalam nukleus yang berfungsi sebagai "molekul perantara". tRNA berfungsi membawa asam amino ke ribosom.

tRNA memiliki ujung tempat pelekatan asam amino yang sangat spesifik, mengangkut dan membawa. Akibatnya, tRNA akan membawa asam amino yang sesuai ke ribosom untuk sintesis protein.

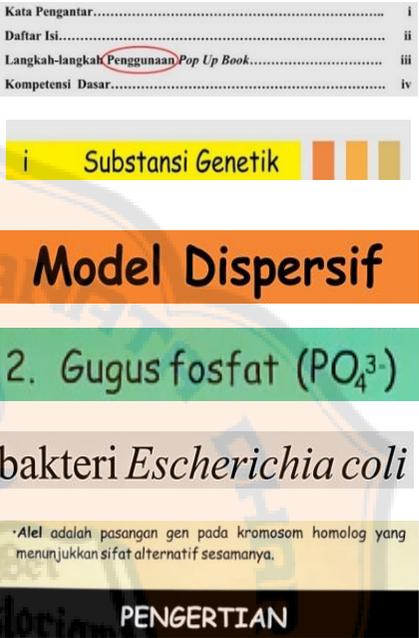
■ **rRNA (ribosomal RNA)**

rRNA (ribosomal RNA) di transkripsi dari sekeping DNA di dalam nukleus yang berfungsi sebagai "molekul perantara". rRNA akan membentuk bagian dari ribosom yang berfungsi sebagai tempat terjadinya sintesis protein.

Tarik

Pop-up book teknik *volvelles* yang seharusnya menampilkan komponen penyusun DNA tidak dapat diputar, sehingga materi tidak muncul. Perbaikan dilakukan dengan mengubah teknik *volvelles* menggunakan teknik *lift the flaps* dengan penambahan gambar komponen penyusun DNA pada halaman muka *pop-up*.

Perbaikan dilakukan dengan mengubah desain karena adanya revisi penambahan gambar dan materi. *Pop-up book* teknik *pull-tabs* dipilih agar materi dan gambar dapat disajikan secara lengkap meskipun *space* pada halaman terbatas.

<p>5.</p>	<p>Penulisan perlu disesuaikan lagi dengan kaidah Bahasa Indonesia, karena masih banyak ditemukan kesalahan penulisan dan ejaan.</p>	 <p>Kata Pengantar i Daftar Isi ii Langkah - langkah <u>pengunaan</u> Buku Pop Up iii Kompetensi iv</p> <p>i Materi <u>Genetik</u></p> <p>MODEL DISPRESIF</p> <p>2. Gugus fosfat (PO43-).</p> <p>bakteri Escherichia coli</p> <p>Alel adalah pasangan gen yang terletak pada kromosom homolog yang <u>meunjukkan</u> sifat alternatif sesamanya.</p>	 <p>Kata Pengantar..... i Daftar Isi..... ii Langkah-langkah <u>Penggunaan</u> Pop Up Book..... iii Kompetensi Dasar..... iv</p> <p>i Substansi Genetik</p> <p>Model Dispersif</p> <p>2. Gugus fosfat (PO₄³⁻)</p> <p>bakteri <i>Escherichia coli</i></p> <p>•Allel adalah pasangan gen pada kromosom homolog yang menunjukkan sifat alternatif sesamanya.</p> <p>PENGERTIAN</p>	<p>Terdapat kesalahan penulisan dan ejaan dalam media pembelajaran seperti, salah ketik (<i>typo</i>), kesalahan penulisan rumus kimia, dan nama ilmiah. Perbaikan dilakukan dengan mengubah kalimat sesuai dengan ketentuan penulisan agar tidak terjadi kesalahan dalam penyampaian informasi pada materi.</p>
-----------	--	---	--	--

2. Produk Akhir

Produk akhir yang dihasilkan pada penelitian ini berupa media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII. Produk telah disempurnakan melalui tahapan revisi berdasarkan penilaian, komentar dan saran dari ahli materi, ahli media, dan 2 guru biologi kelas XII, seperti yang telah disajikan pada **Tabel 4.11** dan **Tabel 4.12**. Perbaikan pada komponen halaman sampul depan, kata pengantar, daftar isi, langkah – langkah penggunaan media, KI, KD dan IPK, serta pendahuluan tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Perbaikan dilakukan pada komponen isi materi pokok yaitu kromosom, pasangan kariotipe, gen dan alel, DNA, RNA, sintesis protein, dan soal evaluasi. Tampilan dari produk akhir media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII disajikan pada **Gambar 4.12** dan **Gambar 4.13** di bawah ini.

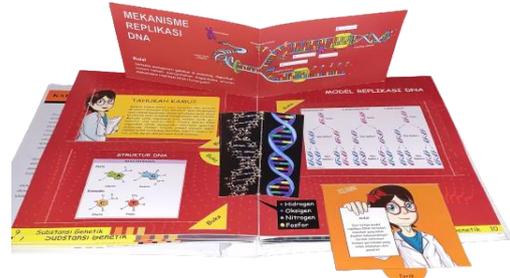


(a) Kromosom

(b) Pasangan Kariotipe



(c) Gen dan Alel

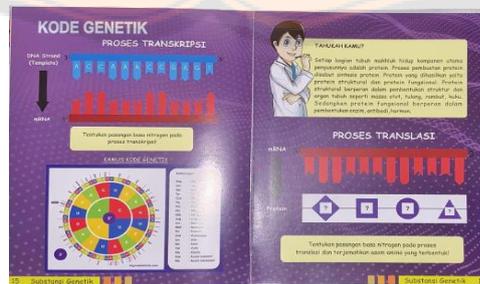


(d) DNA

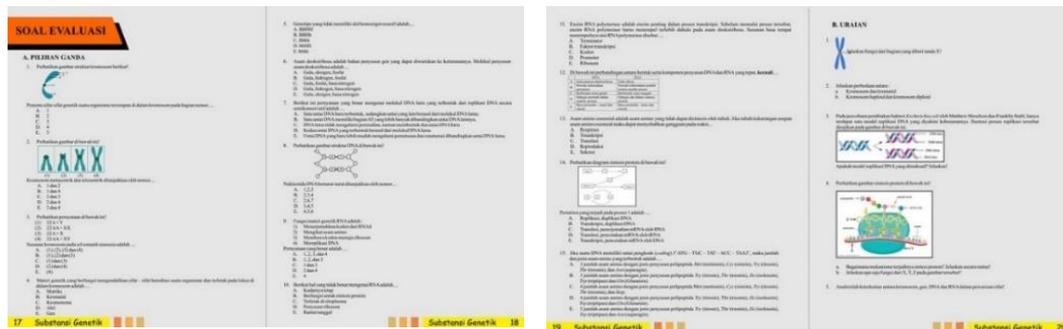


(e) RNA

(f) Sintesis Protein



(g) Kode Genetik

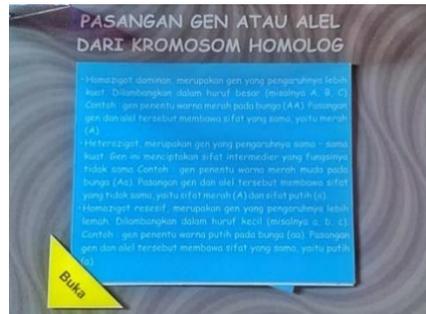


(h) Soal Evaluasi

Sumber : Dokumen pribadi

Gambar 4. 12 Isi Materi Media *Pop-Up Book* Revisi : (a) kromosom, (b) pasangan kariotipe, (c) gen dan alel, (d) DNA, (e) RNA, (f) sintesis protein, (g) kode genetik, (h) soal evaluasi

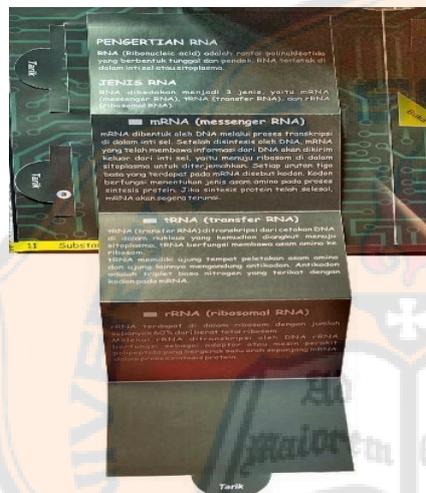
Jenis *pop-up book* yang digunakan pada produk akhir sama dengan produk awal, yaitu *pop-up book* 180 derajat. Sedangkan, teknik *pop-up book* yang digunakan pada produk akhir menggunakan 4 teknik *pop-up book* yaitu, *lift the flaps*, *waterfall*, *pull-tabs* dan *v-folding*. Pemilihan dan penambahan teknik pada *pop-up book* disesuaikan karena adanya revisi pada penambahan ilustrasi dan isi materi agar tidak terjadi kesalahan pemahaman bagi para pembaca. Penggunaan teknik – teknik pada *pop-up book* dapat menghemat halaman media karena *pop-up book* terdiri dari beberapa lipatan kertas.



(a) *Lift The Flaps*



(b) *Waterfall*



(c) *Pull-tabs*



(d) *V-Folding*

Sumber : Dokumen pribadi

Gambar 4. 13 Teknik *Pop-Up Book* Revisi :

(a) *Lift The Flaps*, (b) *Waterfall*, (c) *Pull-tabs*, (d) *V-Folding*.

E. Pembahasan

Media pembelajaran merupakan bagian integral dalam sistem pembelajaran yang dapat membantu guru menyampaikan materi pembelajaran (Nusryansyah, 2019). Terdapat beragam jenis media pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru untuk menunjang keberhasilan proses belajar mengajar. Akan tetapi, penggunaan media pembelajaran belum dimanfaatkan dengan

optimal. Sering kali masih ditemui kendala dalam pemanfaatan media pembelajaran, yang mana kendala tersebut dapat menjadi suatu hambatan dalam proses pembelajaran.

Pemilihan media pembelajaran perlu disesuaikan dengan karakteristik materi ajar yang akan disampaikan sesuai dengan RPP. Salah satu materi yang dianggap sulit dan memiliki karakteristik abstrak adalah materi Substansi Genetik. Materi Substansi Genetik menyajikan materi - materi dalam organisme yang tidak dapat dilihat secara langsung, sehingga terkesan abstrak dan sering kali menyebabkan miskonsepsi. Diperlukan strategi dalam pemilihan metode dan media pembelajaran yang tepat untuk menyampaikan konsep materi genetika kepada peserta didik.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, media pembelajaran yang digunakan oleh guru biologi dalam menyampaikan materi Substansi Genetik diantaranya adalah buku paket, *power point*, model DNA, kancing genetika, dan video pembelajaran. Dalam implementasinya, media pembelajaran tersebut telah membantu peserta didik untuk mencapai kompetensi pembelajaran. Meskipun demikian, masih ditemukan kendala pada pemanfaatan media pembelajaran, terlebih pada media pembelajaran berbasis IT. Kendala tersebut antara lain, adanya kendala teknis dalam pengoperasian LCD, *trouble* pada media berbasis IT, dan gangguan server pada kelas *online*. Selain itu, tidak semua guru memiliki kecakapan dalam pengaplikasian media berbasis IT.

Menanggapi temuan informasi pada hasil analisis kebutuhan tersebut, maka peneliti memiliki gagasan berupa pengembangan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik kelas XII sebagai alternatif media pembelajaran bagi guru ketika mengalami kendala atau gangguan pada media berbasis IT. Media *pop-up book* dapat memberikan visualisasi melalui tampilan gambar berdimensi dan memberikan kejutan melalui beragam unsur gerakan dari berbagai teknik seperti lipatan, gulungan, bentuk roda dan putarannya (Bluemel dan Taylor, 2012). Penggunaan gambar berdimensi dengan berbagai teknik *pop-up book* menjadikan media pembelajaran bersifat interaktif, sehingga dapat meningkatkan rasa ingin tahu, antusiasme dan motivasi peserta didik untuk memahami isi materi yang sedang dipelajari.

Penelitian dan pengembangan produk media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik Kelas XII dilakukan sesuai dengan prosedur yang dirancang pada BAB III. Langkah - langkah pengembangan media mengadaptasi 5 langkah prosedur yang dikembangkan oleh Sugiyono (2019), yaitu 1) potensi dan masalah, 2) pengumpulan data, 3) desain produk, 4) validasi desain, dan 5) revisi desain. Tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah untuk menghasilkan produk media pembelajaran yang layak digunakan dalam pembelajaran materi Susbtansi Genetik.

Pembuatan desain produk media pembelajaran dibantu oleh jasa desain gambar dan percetakan. Desain produk memuat komponen dalam media pembelajaran, meliputi halaman sampul depan, kata pengantar, daftar isi, langkah - langkah penggunaan media, KI, KD, IPK, pendahuluan, isi materi

(kromosom, pasangan kariotipe, gen dan alel, DNA, RNA, sintesis protein, kode genetik), soal evaluasi, daftar pustaka, dan halaman sampul belakang. Setelah rancangan desain produk selesai, selanjutnya desain produk diserahkan ke pihak percetakan untuk diedit sesuai dengan ukuran dan teknik *pop-up book* yang telah ditentukan kemudian dicetak.

Media pembelajaran yang telah dicetak berlanjut ke tahap validasi produk. Tahapan validasi produk dilakukan oleh 4 validator yaitu, ahli materi, ahli media, dan 2 guru biologi kelas XII. Kegiatan validasi produk dimulai dari tanggal 29 Juli 2021 hingga 01 Oktober 2021. Hasil validasi produk dari 4 validator memperoleh rerata skor penilaian sebesar 3,54. Hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa penilaian isi materi dan tampilan media pembelajaran termasuk dalam kriteria “sangat baik”. Maka dapat disimpulkan bahwa produk media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII ini layak diuji coba dengan perbaikan sesuai dengan komentar dan saran validator.

Perbaikan desain produk dilakukan pada langkah akhir penelitian dan pengembangan. Perbaikan yang dilakukan oleh peneliti berdasarkan komentar dan saran 4 validator. *Pertama*, perbaikan pada penyesuaian IPK dengan KD pada RPP. KD yang dikaji adalah KD 3.3 dan KD 4.3, dimana KD tersebut terdapat pada tingkat level kognitif C4 (menganalisis). Maka dari itu rumusan IPK harus diakomodasi sesuai dengan ruang lingkup KD 3.3 dan KD 4.3 agar penguasaan kompetensi oleh peserta didik dapat tercapai. Indikator merupakan penjabaran dari Kompetensi Dasar yang menunjukkan respon peserta didik

tentang perubahan perilaku yang dicapai peserta didik dalam kegiatan belajar yang dilakukan sesuai KD dan materi yang dikaji (Usriyah, 2021). Jika IPK yang dirancang tidak mengacu pada Kompetensi Dasar, maka dikhawatirkan tujuan pembelajaran tidak dapat terpenuhi dan tercapai.

Kedua, perbaikan pada kebenaran substansi. Penggunaan sumber pustaka merupakan bentuk pertanggungjawaban ilmiah terkait kebenaran substansi terhadap gagasan-gagasan orang lain yang digunakan untuk menjelaskan atau memperkuat gagasan yang disajikan. Fungsi dan tujuan daftar pustaka yaitu menunjukkan apresiasi penulis terhadap pakar atau peneliti terdahulu, sebagai referensi daftar rujukan bagi pembaca, dan sebagai bentuk keterbukaan serta kejujuran penulis mengenai sumber yang digunakan untuk mencegah penggunaan dan pengakuan bahan tulisan orang lain sebagai milik sendiri (Sujinah, dkk., 2018). Penulisan sumber pustaka pada media pembelajaran menunjukkan bahwa dalam menyusun karya tulis tersebut penulis menggunakan sumber data yang valid.

Ketiga, perbaikan pada keakuratan ilustrasi dan kelengkapan informasi. Media pembelajaran merupakan wadah untuk menyampaikan suatu pesan atau informasi kepada pembaca. Sehingga konten pada media pembelajaran baiknya menyajikan ilustrasi serta materi yang akurat. Adanya kesalahan cetak, ilustrasi gambar yang kurang lengkap, serta kurangnya keterangan gambar pada suatu media pembelajaran dapat menyebabkan kesalahan dalam pemahaman konsep bagi pembaca. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Prastowo (2013), bahwa isi

materi pada suatu bahan ajar merupakan bagian inti yang dapat dipertanggungjawabkan agar tidak terdapat kesalahan konsep.

Keempat, perbaikan soal evaluasi dengan IPK. Perbaikan soal – evaluasi pada media pembelajaran disesuaikan dengan IPK pada KD 3.3 dan KD 4.3 yang berada pada tingkat level kognitif C4 (menganalisis). Menurut Astiti (2017), dalam setiap penyusunan butir soal, harus disesuaikan berdasarkan rumusan indikator pada kisi – kisi dan kaidah penulisan soal. IPK dapat memberikan gambaran kegiatan pembelajaran yang efektif untuk mencapai kompetensi pembelajaran, maka dari itu pengembangan media pembelajaran hendaknya disesuaikan dengan IPK.

Kelima, perbaikan pada komposisi warna. Media pembelajaran dengan kombinasi warna yang tepat tentu akan menarik perhatian pembaca, karena warna merupakan aspek yang pertama kali dilihat dan mudah diingat. Susilana dan Riyana (2009) menyatakan bahwa, pemilihan komposisi warna pada media pembelajaran dapat menstimulus peserta didik untuk mempelajari materi yang disajikan pada media, serta membuat sajian lebih hidup. Namun, dalam rancangan desain produk tidak hanya asal mengkombinasikan berbagai pilihan warna, akan tetapi penentuan harmonisasi dalam pemilihan warna perlu diperhatikan agar warna tidak terlalu mencolok dan mengganggu pengelihatan.

Keenam, perbaikan pada penyajian petunjuk operasional. Petunjuk operasional berfungsi sebagai panduan atau arahan yang ditujukan kepada pembaca untuk melakukan suatu kegiatan. Tidak adanya petunjuk operasional menyebabkan pembaca melewatkan kegiatan yang harus dilakukan, sehingga

besar kemungkinan terdapat materi ataupun informasi yang tidak tersampaikan. Hal tersebut tidak sejalan dengan manfaat media pembelajaran sebagai pembawa pesan atau informasi kepada peserta didik. Satrianawati (2018), menyatakan bahwa media merupakan bagian dari proses komunikasi yang memiliki manfaat untuk menyampaikan materi pembelajaran, sehingga peserta didik dapat lebih mudah memahami informasi yang didapatkan dari guru.

Ketujuh, perbaiki teknik *pop-up book*. Pemilihan jenis dan teknik *pop-up* pada pembuatan media pembelajaran harus dilakukan dengan tepat. Hal tersebut dikarenakan, pemasangan *pop-up book* yang tidak tepat dapat menyebabkan media menjadi tidak dapat digunakan bahkan rusak. Menurut Indriana (2011), media adalah alat yang harus mudah digunakan, mudah dimengerti, dapat dinikmati, dan murah didapat atau dibuat, serta memberikan banyak penjelasan. Pemilihan jenis dan teknik *pop-up book* pada pengembangan media pembelajaran berbasis *pop-up book* perlu diperhatikan agar pembaca tidak kesulitan dalam mengaplikasikan media tersebut.

Kedelapan, perbaiki pada kesalahan penulisan dan ejaan. Berdasarkan komentar validator, kesalahan penulisan pada istilah - istilah biologi dapat mengakibatkan arti lain dan menyebabkan kesalahan pemahaman pada materi. Eneste (2012) juga menyatakan bahwa, penyuntingan naskah biologi harus dilakukan dengan teliti dan hati - hati agar tidak ditafsirkan secara salah. Maka dari itu, perbaiki pada penulisan dan ejaan diperlukan agar tidak menimbulkan kesalahan pemahaman serta pembaca lebih mudah memahami isi materi pada media pembelajaran.

Perbaiki produk media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII di atas dilakukan untuk meminimalisir kekurangan yang ditemukan pada produk awal media pembelajaran. Sebagai alat untuk menunjang keberhasilan proses pembelajaran, tentu saja media pembelajaran harus layak untuk diujicobakan. Media pembelajaran *pop-up book* berisikan berbagai bentuk dan teknik gambar yang bersifat interaktif, sehingga dapat menciptakan hubungan timbal balik antara guru dan peserta didik yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Menurut (Bluemel dan Taylor, 2012), penggunaan media pembelajaran berbasis *pop-up book* dapat meningkatkan pemahaman konsep materi serta dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Pernyataan tersebut sesuai dengan konsep pembelajaran dalam biologi, dimana peserta didik tidak hanya diajak untuk menghafal tetapi juga memahami materi. Menurut Rahmi dan Agustina (2018) belajar biologi tidak semata – hanya membaca materi dan menghafalnya, akan tetapi juga mengingat dan memahami agar peserta didik mampu mengembangkan pemahaman fakta, konsep dan prinsip biologi serta kemampuan proses ilmiah.

Penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII dapat menjadi alternatif untuk mengatasi kendala – kendala yang ditemui oleh guru, khususnya kendala pada media pembelajaran berbasis IT. Dengan begitu, proses pembelajaran dapat terlaksana dengan efektif dan efisien. Selain itu, media pembelajaran berbasis

pop-up book pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII ini diharapkan dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep genetika.

F. Kendala dan Keterbatasan Penelitian

Peneliti menemukan beberapa kendala dan keterbatasan selama melakukan penelitian dan pengembangan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII. Adapun kendala dan keterbatasan yang ditemui diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Keterbatasan referensi gambar pada materi Substansi Genetik dengan resolusi atau kualitas gambar yang bagus.
2. Kemampuan peneliti dalam mengolah dan mengedit desain produk masih terbatas. Diperlukan pihak ketiga untuk pembuatan desain produk, sehingga waktu yang dibutuhkan jauh lebih lama.
3. Keterbatasan peneliti dalam merancang media *pop-up book* sehingga variasi *pop-up book* yang digunakan hanya 4 macam yaitu *pop-up book* 180 derajat, *lift the flaps*, *waterfall* dan *pull-tabs*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

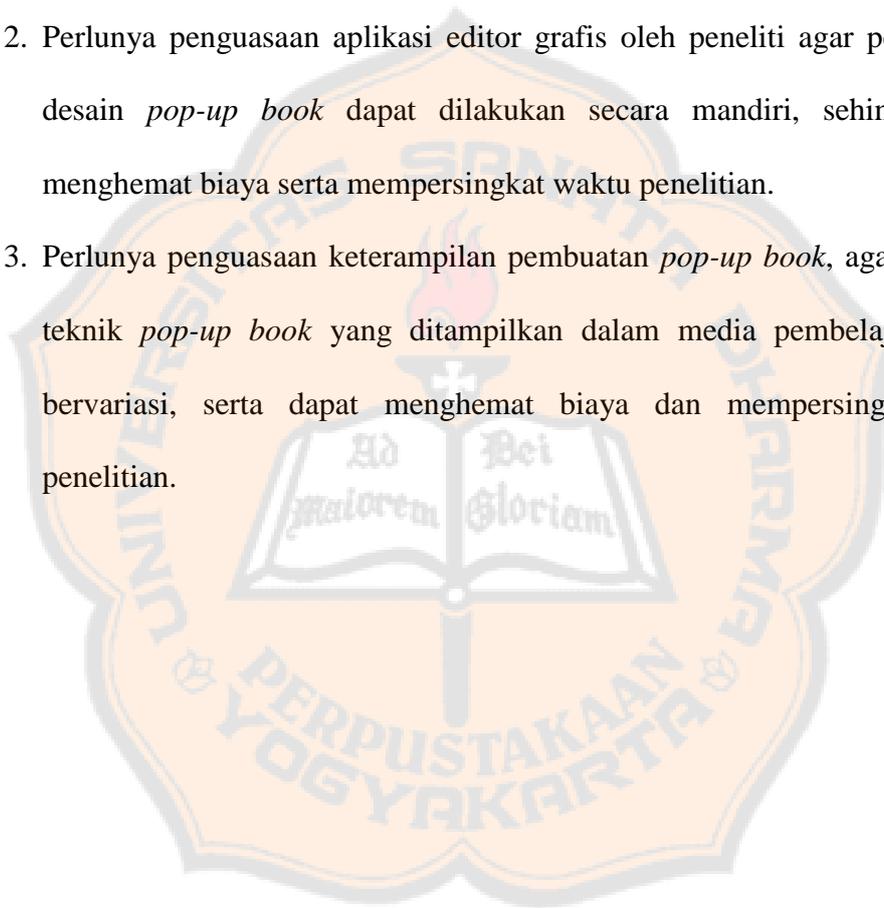
Berdasarkan hasil penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik kelas XII, dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari penelitian ini dihasilkan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik untuk kelas XII yang berisi kumpulan materi Substansi Genetik, langkah – langkah penggunaan produk, Kompetensi Inti, Kompetensi Dasar, Indikator Pencapaian Kompetensi, dan soal evaluasi. Penyajian media menggunakan *pop-up book* variasi dengan jenis *pop-up book* 180 derajat serta teknik *lift the flaps*, *waterfall*, *pull-tabs*, dan *v-volding*.
2. Hasil validasi produk oleh ahli materi, ahli media, dan 2 guru biologi kelas XII memperoleh rerata skor penilaian sebesar 3,54. Penilaian tersebut menunjukkan bahwa kelayakan media pembelajaran berbasis *pop-up book* pada materi Substansi Genetik kelas XII termasuk dalam kriteria “sangat baik”, sehingga dapat diuji coba secara terbatas dengan revisi sesuai dengan komentar dan saran yang diberikan oleh validator.

B. Saran

Adapun saran yang dapat digunakan untuk mendukung penelitian pengembangan selanjutnya yaitu sebagai berikut.

1. Perlu dikaji kembali referensi atau sumber gambar terkait materi Substansi Genetik dengan resolusi atau kualitas gambar yang bagus.
2. Perlunya penguasaan aplikasi editor grafis oleh peneliti agar perancangan desain *pop-up book* dapat dilakukan secara mandiri, sehingga dapat menghemat biaya serta mempersingkat waktu penelitian.
3. Perlunya penguasaan keterampilan pembuatan *pop-up book*, agar jenis dan teknik *pop-up book* yang ditampilkan dalam media pembelajaran lebih bervariasi, serta dapat menghemat biaya dan mempersingkat waktu penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D., dan Ayu A.D., 2021, *Biomedik I*, Uwais Inspirasi Indonesia, Sidoarjo.
- Arifin, A.N., Aldi., dan Reski, F.I., 2018, Pengembangan media pembelajaran genetic vocabulary cards untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa, *Jurnal Sainsmat*, 7 (2), pp. 177-184.
- Ariyanto, A., Priyayi, D.F., dan Dewi, L., 2018, Penggunaan media pembelajaran biologi di sekolah menengah atas (sma) swasta salatiga, *BIOEDUKASI : Jurnal Pendidikan Biologi*, 9 (1), pp. 1-12.
- Arsyad, A., 2013, *Media pembelajaran*, PT Rajagrafindo Persada, Depok.
- Astiti, K. A., 2017, *Evaluasi pembelajaran*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Bluemel, N., dan Taylor, R., 2012, *Pop-up book a guide for teacher and librarian*, Libraries Unlimited, California Santa Barbara.
- Devi, A.S., dan Maisaroh, S., 2017, Pengembangan media pembelajaran buku pop-up wayang tokoh pandhawa pada mata pelajaran bahasa jawa kelas v sd, *Jurnal PGSD Indonesia*, 3 (2).
- Dimiyati dan Mudjiyono, 2010, *Belajar dan pembelajaran*, Rineka Cipta, Bandung.
- Duncan, R.G., dan Tseng, K. A., (2010), Designing project-based intruction to foster generative and mechanistic understandings in genetics, *Science Education*, 95 (1), pp. 21-56.
- Dyk, S.V., 2011, *Paper engineering : fold, pull, pop & turn*, Smithsonian Institution Libraries, Washongton DC.
- Dzuanda, B., 2009, *Perancangan buku cerita anak pop-up tokoh-tokoh wayang berseri "gatotkaca"*, Desain Produk Institut Teknik Surabaya, Surabaya.
- Effendi, Y., 2020, *Buku ajar genetika dasar*, Pustaka Rumah Cinta, Magelang.
- Eneste, P., 2012, *Buku pintar penyuntingan naskah*, Edisi Kedua (Revisi), PT Gramedia, Jakarta.
- Fathurrohman, P., dan Sutikno, M.S., 2007, *Strategi belajar mengajar melalui penanaman konsep umum*, PT Refika Aditama, Bandung.

- Fauzi, A., dan Mitalistiani., 2018, High school biology topics that perceived difficult by undergraduate students, *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 2 (2), pp. 73-81.
- Hera, R., 2017, Studi kasus permasalahan dalam proses pembelajaran konsep genetika di sma negeri 2 seulumum kabupaten aceh besar, *Genta Mulia : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 8 (1), pp. 53-62.
- Indriana, D., 2011, *Ragam alat bantu media pengajaran*, Diva Press, Yogyakarta.
- Johnson, P., 2005, *Pop-up paper engineering (cross-curricular activities in design technology, english and art)*, Routledge Falmer, United Kingdom.
- Lismayanti, M., Hamidah, A., dan Anggereini, E., 2016, Pengembangan buku *pop up* sebagai media pembelajaran pada materi crustacea untuk sma kelas x, *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, 18 (1), pp. 44-48.
- Mardapi, D., 2008, *Teknik penyusunan instrumen tes dan non tes*, Mitra Cendikia Press, Yogyakarta.
- Musfiqon., 2012, *Pengembangan media dan sumber pembelajaran*, PT Prestasi Pustakaraya, Jakarta.
- Nasution, N., dkk, 2007, *Pendidikan ipa di sekolah*, Universitas Terbuka, Jakarta.
- Novianti, N., Nugroho, E.D., dan Ilma, S., 2019, Pengembangan media pembelajaran *pop - up snakes and ladders* pada materi *archaeba* dan *eubacteria* kelas x sma/ma di daerah perbatasan, *Borneo Journal Of Biology Education*, 1 (1), pp. 34-45.
- Nurdyansyah., 2019, *Media pembelajaran inovatif*, UMSIDA Press, Sidoarjo.
- Nusantari, E., 2013, Jenis miskonsepsi genetika yang ditemukan pada buku ajar di sekolah menengah atas, *Jurnal Pendidikan Sains*, 1 (1), pp. 52-63.
- Prastowo, A., 2013, *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif yang menarik dan menyenangkan*, Diva Press, Yogyakarta.
- Rahmi dan Agustina, F., 2018, Pengembangan media *pop up book (bilingual)* dengan pendekatan model *problem based learning (pbl)* terhadap hasil belajar siswa sman 10 kelas x kota batam, *Jurnal SIMBIOSA*, 7 (2), PP. 122-133.
- Satrianawati, 2018, *Media dan sumber belajar*, Deepublish, Yogyakarta.
- Sarwono, J., 2006, *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Slameto., 2015, *Belajar dan faktor-faktor yang mempengaruhinya*, Rineka Cipta, Jakarta.

Sugiyono., 2019, *Metode penelitian kuantitatif kaulitatif dan r&d*, Alfabeta, Bandung.

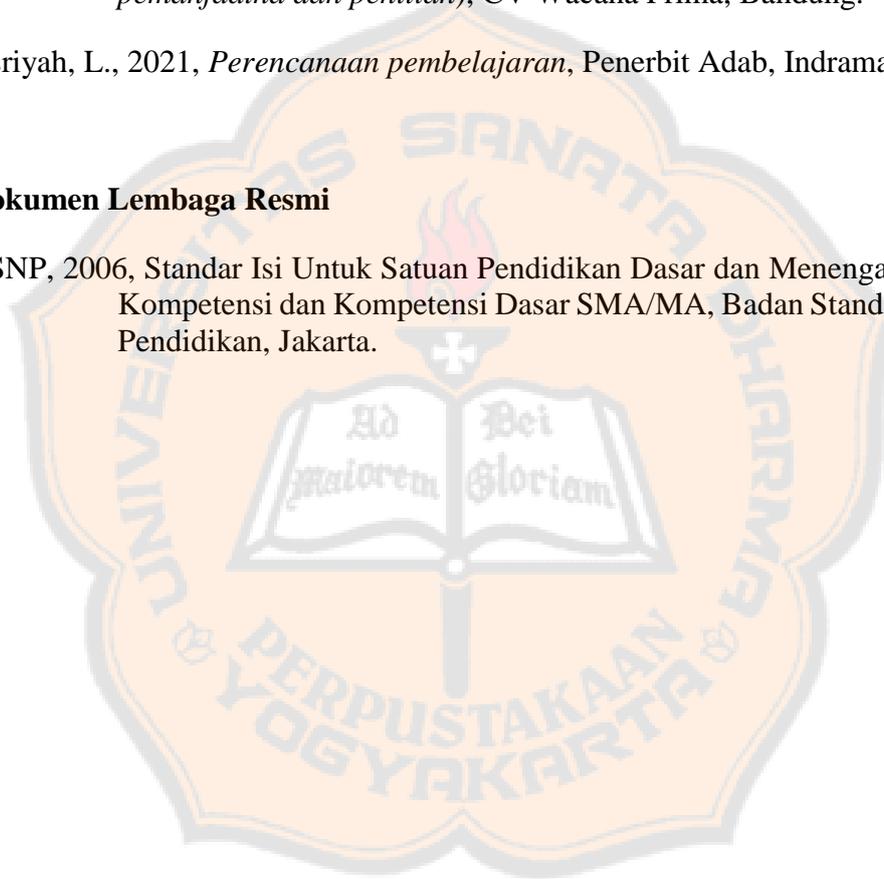
Sujinah., Fatin, I., dan Rachmawati, D.K., 2018, *Buku ajar bahasa indonesia edisi revisi*, UM Surabaya Publishing, Surabaya.

Susilana, R., dan Riyana, C., 2009, *Media pembelajaran (hakikat, pengembangan, pemanfaatna dan penilaian)*, CV Wacana Prima, Bandung.

Usriyah, L., 2021, *Perencanaan pembelajaran*, Penerbit Adab, Indramayu.

Dokumen Lembaga Resmi

BSNP, 2006, *Standar Isi Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah : Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar SMA/MA*, Badan Standar Nasional Pendidikan, Jakarta.





LAMPIRAN

Lampiran 1**SILABUS KEGIATAN PEMBELAJARAN**

Satuan Pendidikan : SMA

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/ Program : XII/ IPA

Semester : Ganjil (I)

Tahun Ajaran : 2021/ 2022

Kompetensi Inti (KI) :

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI 3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

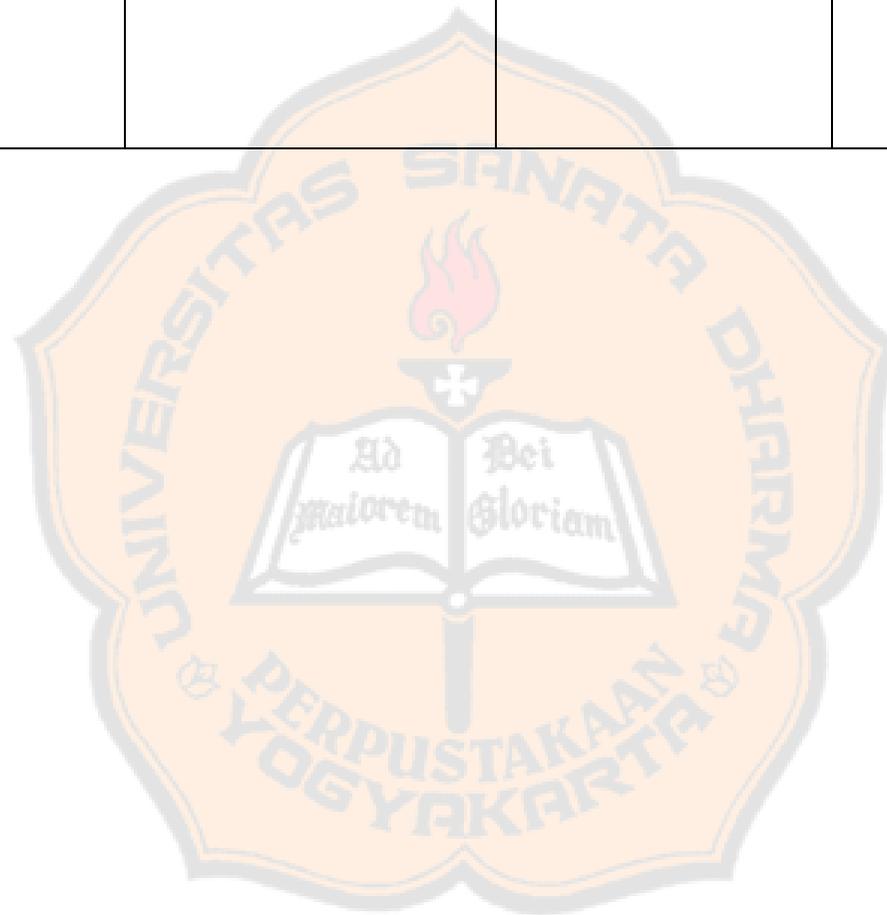
KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar		Materi Pokok	Indikator Pencapaian Kompetensi	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.3	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup.	Substansi Genetik : <ul style="list-style-type: none"> - Kromosom - Gen dan Alel - DNA - RNA - Perbedaan DNA dengan RNA - Sintesis Protein 	3.3.1 Mengidentifikasi struktur kromosom. 3.3.2 Mengorganisasikan bentuk dan jenis kromosom. 3.3.3 Mencocokkan pasangan kariotipe pada manusia. 3.3.4 Mendiferensiasikan fungsi gen dan alel. 3.3.5 Mengidentifikasi struktur dan model replikasi DNA. 3.3.6 Menyimpulkan mekanisme replikasi DNA. 3.3.7 Mengidentifikasi struktur RNA. 3.3.8 Menganalisis fungsi jenis – jenis RNA.	Mengamati <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik difasilitasi untuk mengamati gambar dan penjelasan pada media <i>pop-up book</i> yang berisikan materi Substansi Genetik. Menanya <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diberi kesempatan untuk mengklarifikasi informasi yang telah diamati kepada guru. Mengumpulkan Data	Observasi <ul style="list-style-type: none"> • Jurnal penilaian sikap Tugas <ul style="list-style-type: none"> • Test • Non Test 	10 x 45 menit	Buku Paket <ul style="list-style-type: none"> • Irnaningtyas. 2018. <i>Biologi Untuk SMA/ MA Kelas XII</i>. Jakarta : Penerbit Erlangga. • Pujiyanto, Sri dan Ferniah, Rejeki Siti. <i>Buku</i>

		<p>3.3.9 Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA.</p> <p>3.3.10 Menguraikan proses transkripsi dan translasi dalam sintesis protein.</p> <p>3.3.11 Menentukan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein.</p> <p>3.3.12 Mengkorelasikan hubungan gen, kromosom, DNA, RNA dalam sintesis protein.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi mencari informasi mengenai Substansi Genetik dari media <i>pop-up book</i> dan sumber lain. <p>Mengasosiasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik secara berkelompok mengolah informasi yang sudah dikumpulkan untuk menyelesaikan soal pada LKPD. <p>Mengomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dalam kelompok mempresentasikan hasil diskusi secara 		<p><i>Siswa Menjelajah Dunia Biologi 3.</i></p> <p>Solo : Tiga Serangkai</p> <p>Artikel Ilmiah</p> <ul style="list-style-type: none"> • R Sandwina ta, Muh. Fhajar, 2018, Analisis DNA dalam Kasus
4.3	Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik	<p>4.3.1 Merancang model simulasi proses sintesis protein disertai peran DNA dan RNA (mRNA, tRNA, rRNA).</p> <p>4.3.2 Mempresentasikan model/charta atau poster hasil</p>		<p>Tugas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lembar penilaian tugas proyek 	

	(DNA-RNA-protein).		rancangan yang dihasilkan.	bergantian, saling memberikan tanggapan dan membuat kesimpulan dari kegiatan pembelajaran materi Substansi Genetik.		<p>Forensik, <i>Jurnal Teknosains</i>, 12 (1), pp 1-10.</p> <p>Artikel Daring</p> <ul style="list-style-type: none"> Nancy, Yonanda. 2022 “ Fungsi Tes DNA: Mengetahui Penyakit hingga Keturunan”, diakses online https://tirtoid.fungsi-tes-dna-
--	--------------------	--	----------------------------	---	--	---

							mengetah ui- penyakit- hingga- keturunan -gyjl
--	--	--	--	--	--	--	--



Lampiran 2**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)****A. IDENTITAS SEKOLAH**

Satuan Pendidikan	: SMA
Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas / Semester	: XII / I (Ganjil)
Materi Pokok	: Substansi Genetik
Alokasi Waktu	: 10 x 45 menit

B. KOMPETENSI INTI

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 : Memahami, menerapkan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

**C. KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR PENCAPAIAN
KOMPETENSI (IPK)**

No	Kompetensi Dasar	No	IPK
3.3	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup.	3.3.1	Mengidentifikasi struktur kromosom.
		3.3.2	Mengorganisasikan bentuk dan jenis kromosom.
		3.3.3	Mencocokkan pasangan kariotipe pada manusia.
		3.3.4	Mendiferensiasikan fungsi gen dan alel.
		3.3.5	Mengidentifikasi struktur dan model replikasi DNA.
		3.3.6	Menyimpulkan mekanisme replikasi DNA.
		3.3.7	Mengidentifikasi struktur RNA.
		3.3.8	Menganalisis fungsi jenis – jenis RNA.
		3.3.9	Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA.
		3.3.10	Menguraikan proses transkripsi dan translasi dalam sintesis protein.
		3.3.11	Menentukan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein.
		3.3.12	Mengkorelasikan hubungan gen, kromosom, DNA, RNA dalam sintesis protein.

4.3	Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein).	4.3.1	Merancang model/charta simulasi proses sintesis protein disertai peran DNA dan RNA (mRNA, tRNA, rRNA).
		4.3.2	Mempresentasikan model/charta simulasi proses sintesis protein yang dihasilkan.

D. TUJUAN PEMBELAJARAN

- 3.3.1.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mengidentifikasi struktur kromosom pada gambar *pop-up book* dengan tepat.
- 3.3.2.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mengorganisasikan bentuk dan jenis kromosom pada gambar *pop-up book* sesuai dengan kelompoknya.
- 3.3.3.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mencocokkan pasangan kariotipe manusia pada gambar *pop-up book* dengan tepat.
- 3.3.4.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mendiferensiasikan fungsi gen dan alel dengan tepat.
- 3.3.5.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mengidentifikasi tiga (3) struktur DNA dengan tepat.
- 3.3.6.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat menyimpulkan proses mekanisme replikasi DNA secara runtut.
- 3.3.7.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mengidentifikasi tiga (3) struktur RNA dengan tepat.
- 3.3.8.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat menganalisis fungsi jenis – jenis RNA dengan tepat.
- 3.3.9.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat membandingkan minimal tiga (3) komponen penyusun DNA dan RNA.
- 3.3.10.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat menguraikan proses transkripsi dan translasi dalam sintesis protein dengan tepat.

- 3.3.11.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat menentukan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein dengan tepat.
- 3.3.12.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mengkorelasikan hubungan gen, kromosom, DNA, RNA dalam sintesis protein dengan tepat.
- 4.3.1.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat merancang model simulasi proses sintesis protein disertai peran DNA dan RNA (mRNA, tRNA, rRNA) secara sistematis.
- 4.3.2.1 Melalui kegiatan tanya jawab, peserta didik dapat mempresentasikan model/charta atau poster hasil rancangan model simulasi proses sintesis protein disertai peran DNA dan RNA (mRNA, tRNA, rRNA) dengan baik.

E. MATERI PEMBELAJARAN

1. Faktual

- a. Kromosom, gen, alel dan RNA.
- b. Model DNA.

2. Konseptual

- a. Struktur dan bentuk kromosom
- b. Pengertian gen dan alel
- c. Struktur DNA
- d. Jenis - jenis RNA

3. Prosedural

- a. Mekanisme replikasi DNA
- b. Mekanisme sintesis protein (transkripsi dan translasi)

4. Metakognitif

- a. Perbedaan DNA dengan RNA
- b. Hubungan antara struktur dan fungsi kromosom, gen, DNA dan RNA dalam proses penurunan sifat pada makhluk hidup.

F. METODE PEMBELAJARAN

1. Pendekatan : Saintifik
2. Model Pembelajaran : Model 5M.
3. Metode Pembelajaran : Diskusi kelompok, tanya jawab dan presentasi.

G. MEDIA PEMBELAJARAN

1. Alat/ Bahan/ Media

Alat tulis, papan tulis, laptop, LCD, proyektor, LKPD, media *pop-up book* Substansi Genetik, model DNA, PPT dan video.

2. Sumber Belajar

- Buku Paket :
 - 1) Irnaningtyas. 2018. *Biologi Untuk SMA/ MA Kelas XII*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
 - 2) Pujiyanto, Sri dan Ferniah, Rejeki Siti. *Buku Siswa Menjelajah Dunia Biologi 3*. Solo : Tiga Serangkai.
- Artikel Ilmiah :
 - 1) R Sandwinata, Muh. Fhajar, 2018, Analisis DNA dalam Kasus Forensik, *Jurnal Teknosains*, 12 (1), pp 1-10.
- Artikel Daring :
 - 1) Nancy, Yonanda. 2022 “ Fungsi Tes DNA: Mengetahui Penyakit hingga Keturunan”, diakses online <https://tirto.id/fungsi-tes-dna-mengetahui-penyakit-hingga-keturunan-gyjl>

H. LANGKAH – LANGKAH KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan I (3 x 45 menit)

Indikator Pencapaian Kompetensi :

- 3.3.1 Mengidentifikasi struktur kromosom.
- 3.3.2 Mengorganisasikan bentuk dan jenis kromosom.
- 3.3.3 Mencocokkan pasangan kariotipe pada manusia.
- 3.3.4 Mendiferensiasikan fungsi gen dan alel.

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>Kegiatan Pendahuluan</p>	<p>Salam Pembuka</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengucapkan salam pembuka. • Guru memeriksa kehadiran peserta didik. • Guru mengkondisikan kelas dengan suasana yang nyaman dan menyenangkan. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan stimulus berupa gambar foto keluarga. <div style="text-align: center;">  </div> <p>(sumber : https://slideplayer.info/slide/3756251/)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan pertanyaan kepada peserta didik : “Apa yang kalian ketahui tentang gambar tersebut?” • Peserta didik mengamati dan memberikan tanggapan mengenai gambar yang ditampilkan. 	<p>15 menit</p>

	<p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru menampilkan video tentang genetika. https://www.youtube.com/watch?v=iCISHYdrCOs <p>“Dari video tersebut apa yang kalian ketahui?” “Bagaimana Substansi Genetik berperan dalam penurunan sifat?” “Apa yang kalian ketahui tentang kromosom?”</p> <p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai. Peserta didik dibagi ke dalam kelompok yang berisi 4 orang. Guru membagikan media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik dan LKPD 1 kepada peserta didik. Guru menjelaskan cara penggunaan media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik kepada peserta didik. 	
<p>Kegiatan Inti (Model 5M)</p>	<p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik diarahkan untuk membuka media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik pada halaman 3 – 8. Peserta didik mencermati perintah soal pada LKPD 1. Peserta didik mengamati setiap gambar dan isi pada media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik. <p>Menanya</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya mengenai hal – hal yang belum dipahami. <p>Mengumpulkan Data</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengumpulkan data dari media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik untuk menyelesaikan LKPD 1. 	<p>90 menit</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diperbolehkan membaca sumber literatur lain agar mendapatkan data yang valid. <p>Mengasosiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengolah data yang telah diperoleh untuk menyelesaikan LKPD 1. <p>Mengkomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyiapkan undian berisi nomor soal untuk dibagikan kepada setiap kelompok. • Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi soal LKPD 1 berdasarkan undian yang didapatkan menggunakan gambar pada media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik. • Kelompok lain diberi kesempatan untuk memberikan pertanyaan dan masukan kepada kelompok presentator. 	
<p>Kegiatan Penutup</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bersama guru menyimpulkan materi yang telah dipelajari. <p>Evaluasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan penguatan materi dan memfasilitasi peserta didik untuk bertanya mengenai materi yang belum dipahami. • Guru membagikan lembar post-test 1. • Peserta didik menyelesaikan setiap soal pada lembar post-test 1. <p>Refleksi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran kepada peserta didik. • Peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan manfaat yang diperoleh setelah mempelajari materi kromosom. <p>Tindak Lanjut</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk mempelajari materi berikutnya yaitu DNA. 	<p>30 menit</p>

Pertemuan II (2 x 45 menit)

Indikator Pencapaian Kompetensi :

3.3.5 Mengidentifikasi struktur dan model replikasi DNA.

3.3.6 Menyimpulkan mekanisme replikasi DNA.

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>Kegiatan Pendahuluan</p>	<p>Salam Pembuka</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengucapkan salam pembuka. • Guru memeriksa kehadiran peserta didik. • Guru mengkondisikan kelas dengan suasana yang nyaman dan menyenangkan. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru meminta peserta didik untuk membaca ringkasan artikel : Nancy, Yonanda. 2022 “ Fungsi Tes DNA: Mengetahui Penyakit hingga Keturunan”, diakses online https://tirto.id/fungsi-tes-dna-mengetahui-penyakit-hingga-keturunan-gyjl • Guru memberikan pertanyaan kepada peserta didik : “Apa yang kalian peroleh setelah membaca artikel tersebut?” “Apa yang kalian ketahui tentang DNA?” • Peserta didik memberikan tanggapan dari pertanyaan guru. <p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menampilkan sebuah video keterkaitan gen dan DNA. https://www.youtube.com/watch?v=7Hk9jct2ozY “Dari video tersebut apa yang kalian ketahui?” “Bagaimana keterkaitan DNA dalam Substansi Genetik?” 	<p>15 menit</p>

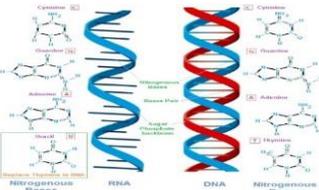
	<p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai. • Peserta didik dibagi ke dalam kelompok yang berisi 4 orang. • Guru membagikan media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik dan LKPD 2 kepada peserta didik. • Guru menjelaskan cara penggunaan media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik kepada peserta didik. 	
<p>Kegiatan Inti (Model 5M)</p>	<p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diarahkan untuk membuka media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik pada halaman 9 – 10. • Peserta didik mencermati perintah soal pada LKPD 2. • Peserta didik mengamati setiap gambar dan isi pada media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik. <p>Menanya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya mengenai hal – hal yang belum dipahami. <p>Mengumpulkan Data</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengumpulkan data dari media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik untuk menyelesaikan LKPD 2. • Peserta didik diperbolehkan membaca sumber literatur lain agar mendapatkan data yang valid. <p>Mengasosiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengolah data yang telah diperoleh untuk menyelesaikan LKPD 2. 	<p>45 menit</p>

	<p>Mengkomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyiapkan undian berisi nomor soal untuk dibagikan kepada setiap kelompok. • Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi LKPD 2 berdasarkan undian yang didapatkan menggunakan gambar pada media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik.. • Kelompok lain diberi kesempatan untuk memberikan pertanyaan dan masukan kepada kelompok presentator. 	
<p>Kegiatan Penutup</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bersama guru menyimpulkan materi yang telah dipelajari. <p>Evaluasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan penguatan materi dan memfasilitasi peserta didik untuk bertanya mengenai materi yang belum dipahami. • Guru membagikan lembar post-test 2. • Peserta didik menyelesaikan setiap soal pada lembar post-test 2. <p>Refleksi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran kepada peserta didik. • Peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan manfaat yang diperoleh setelah mempelajari materi kromosom. <p>Tindak Lanjut</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk mempelajari materi berikutnya yaitu RNA. 	<p>30 menit</p>

Pertemuan III (3 x 45 menit)

Indikator Pencapaian Kompetensi :

- 3.3.7 Mengidentifikasi struktur RNA.
- 3.3.8 Menganalisis fungsi jenis – jenis RNA.
- 3.3.9 Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA.
- 4.3.1 Merancang model/charta simulasi proses sintesis protein disertai peran DNA dan RNA (mRNA, tRNA, rRNA).

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>Kegiatan Pendahuluan</p>	<p>Salam Pembuka</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengucapkan salam pembuka. • Guru memeriksa kehadiran peserta didik. • Guru mengkondisikan kelas dengan suasana yang nyaman dan menyenangkan. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengajak peserta didik untuk mengingat kembali materi yang telah dipelajari sebelumnya. “Apakah kalian masih ingat dengan materi di pertemuan sebelumnya?” “Apa yang kalian ketahui tentang RNA?” • Peserta didik menanggapi pertanyaan dari guru. <p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menampilkan gambar DNA dan RNA. <div style="text-align: center;">  </div> <p>(sumber : DNA dan RNA : Pengertian dan Struktur - Info Pendidikan dan Biologi (edubio.info))</p>	<p>15 menit</p>

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan pertanyaan kepada peserta didik : “Apa yang kalian ketahui tentang gambar di atas?” “Apa saja jenis-jenis RNA yang terdapat pada gambar?” <p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai. • Peserta didik dibagi ke dalam kelompok yang berisi 4 orang. • Guru membagikan media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik dan LKPD 3 kepada peserta didik. • Guru menjelaskan cara penggunaan media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik kepada peserta didik. 	
<p>Kegiatan Inti (Model 5M)</p>	<p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diarahkan untuk membuka media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik pada halaman 11 – 12. • Peserta didik mencermati perintah soal pada LKPD 3. • Peserta didik mengamati setiap gambar dan isi pada media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik. <p>Menanya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya mengenai hal – hal yang belum dipahami. <p>Mengumpulkan Data</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengumpulkan data dari media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik untuk menyelesaikan LKPD 3. • Peserta didik diperbolehkan membaca sumber literatur lain agar mendapatkan data yang valid. 	<p>90 menit</p>

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
	<p>Mengasosiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengolah data yang telah diperoleh untuk menyelesaikan LKPD 3. <p>Mengumpulkan Data</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengumpulkan data dari media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik untuk menyelesaikan LKPD 2. • Peserta didik diperbolehkan membaca sumber literatur lain agar mendapatkan data yang valid. • Setelah menyelesaikan LKPD 3, peserta didik diminta untuk membuka media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik pada halaman 13 – 14. • Guru memberikan tugas tambahan kepada setiap kelompok untuk merancang gambar model/charta sederhana simulasi proses sintesis protein pada selembar kertas HVS. <p>Mengasosiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik merancang model/charta sederhana simulasi proses sintesis protein pada selembar kertas HVS. <p>Mengkomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyiapkan undian berisi nomor soal untuk dibagikan kepada setiap kelompok. • Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi LKPD 3 berdasarkan undian yang didapatkan menggunakan gambar pada media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik, dilanjutkan dengan mempresentasikan rancangan gambar model/charta sederhana simulasi proses sintesis protein. • Kelompok lain diberi kesempatan untuk memberikan pertanyaan dan masukan kepada kelompok presentator. 	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Kegiatan Penutup	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik bersama guru menyimpulkan materi yang telah dipelajari. <p>Evaluasi</p> <ul style="list-style-type: none">• Guru memberikan penguatan materi dan memfasilitasi peserta didik untuk bertanya mengenai materi yang belum dipahami.• Guru membagikan lembar post-test 3.• Peserta didik menyelesaikan setiap soal pada lembar post-test 3. <p>Refleksi</p> <ul style="list-style-type: none">• Guru memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran kepada peserta didik.• Peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan manfaat yang diperoleh setelah mempelajari materi kromosom. <p>Tindak Lanjut</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik diminta untuk mempelajari materi pertemuan berikutnya yaitu sintesis protein.• Guru memberikan penugasan proyek pada setiap kelompok untuk membuat model/charta yang telah dibuat pada kertas HVS dalam bentuk poster.	30 menit

Pertemuan IV (2 x 45 menit)

Indikator Pencapaian Kompetensi :

- 3.3.10 Menguraikan proses transkripsi dan translasi dalam sintesis protein
- 3.3.11 Menentukan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein.
- 3.3.12 Mengkorelasikan hubungan gen, kromosom, DNA, RNA dalam sintesis protein.
- 4.3.2 Mempresentasikan model/charta simulasi proses sintesis protein yang dihasilkan.

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>Kegiatan Pendahuluan</p>	<p>Salam Pembuka</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengucapkan salam pembuka. • Guru memeriksa kehadiran peserta didik. • Guru mengkondisikan kelas dengan suasana yang nyaman dan menyenangkan. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan pertanyaan kepada peserta didik terkait penugasan yang telah diberikan. “Apakah ada kesulitan dalam menyelesaikan penugasan? “Apa saja pokok bahasan dalam penugasan tersebut?” <p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan menampilkan video tentang sintesis protein. https://www.youtube.com/watch?v=gG7uCskUOrA “Dari video tersebut apa yang kalian ketahui?” “Bagaimana mekanisme sintesis protein berlangsung?” “Apa peran DNA dan RNA dalam sintesis protein?” 	<p>15 menit</p>

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
	<p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai. • Peserta didik dibagi ke dalam kelompok yang berisi 4 orang. • Guru membagikan media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik dan LKPD 4 kepada peserta didik. • Guru menjelaskan cara penggunaan media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik kepada peserta didik. 	
<p>Kegiatan Inti (Model 5M)</p>	<p>Mengkomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru meminta setiap kelompok mempresentasikan hasil dari penugasan pada pertemuan sebelumnya yaitu poster model/charta proses sintesis protein . <p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kelompok lain mengamati hasil dari kelompok presenter. • Peserta didik diarahkan untuk membuka media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik pada halaman 15 – 16. • Peserta didik mencermati perintah soal pada LKPD 4. • Peserta didik mengamati setiap gambar dan isi pada media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik. <p>Menanya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya mengenai hal – hal yang belum dipahami. <p>Mengumpulkan Data</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengumpulkan data dari media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik untuk menyelesaikan LKPD 4. 	<p>45 menit</p>

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diperbolehkan membaca sumber literatur lain agar mendapatkan data yang valid. <p>Mengasosiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengolah data yang telah diperoleh untuk menyelesaikan LKPD 4. <p>Mengkomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyiapkan undian berisi nomor soal untuk dibagikan kepada setiap kelompok. • Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi LKPD 3 berdasarkan undian yang didapatkan menggunakan gambar pada media <i>Pop Up Book</i> Substansi Genetik, dilanjutkan dengan mempresentasikan rancangan gambar model/charta sederhana simulasi proses sintesis protein. • Kelompok lain diberi kesempatan untuk memberikan pertanyaan dan masukan kepada kelompok presentator. 	
Kegiatan Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bersama guru menyimpulkan materi yang telah dipelajari. <p>Evaluasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan penguatan materi dan memfasilitasi peserta didik untuk bertanya mengenai materi yang belum dipahami. • Guru membagikan lembar post-test 4. • Peserta didik menyelesaikan setiap soal pada lembar post-test 4. <p>Refleksi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran kepada peserta didik. • Peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan manfaat yang diperoleh setelah mempelajari materi kromosom. 	30 menit

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
	Tindak Lanjut <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk mempelajari Bab baru yaitu tentang Pembelahan Sel. 	

I. PENILAIAN HASIL BELAJAR

Ranah	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen Penilaian
Sikap/ Afektif	Observasi	Jurnal Penilaian Sikap
Pengetahuan/ Kognitif	Non Test Test	- LKPD - Post Test - Ulangan Harian
Keterampilan/ Psikomotorik	Tugas	Laporan project

B. Rubrik Penilaian

No	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	Indikator	Skor
1	Jujur	1. Peserta didik membuat sendiri hasil karyanya dalam menyelesaikan tugas. 2. Peserta didik mengerjakan soal <i>post test</i> secara mandiri. 3. Peserta didik melaporkan data atau informasi apa adanya. 4. Peserta didik mengakui kesalahan yang dilakukan.	Peserta didik dapat memenuhi 4 aspek.	4
			Peserta didik dapat memenuhi 3 aspek.	3
			Peserta didik dapat memenuhi 2 aspek.	2
			Peserta didik dapat memenuhi 1 aspek.	1
			Peserta didik tidak dapat memenuhi semua aspek.	0
2	Disiplin	1. Peserta didik datang tepat waktu. 2. Peserta didik membawa media pembelajaran dan tugas sesuai pesan guru. 3. Peserta didik melakukan kegiatan diskusi kelompok tanpa bergurau. 4. Peserta didik mengumpulkan tugas tepat waktu.	Peserta didik dapat memenuhi 4 aspek.	4
			Peserta didik dapat memenuhi 3 aspek.	3
			Peserta didik dapat memenuhi 2 aspek.	2
			Peserta didik dapat memenuhi 1 aspek.	1
			Peserta didik tidak dapat memenuhi semua aspek.	0

No	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	Indikator	Skor
3	Tanggungjawab	1. Peserta didik mengerjakan tugas individu dengan baik. 2. Peserta didik menyelesaikan tugas kelompok sesuai bagiannya. 3. Peserta didik mengembalikan barang yang dipinjam. 4. Peserta didik merapikan alat dan perabot kelas yang digunakan.	Peserta didik dapat memenuhi 4 aspek.	4
			Peserta didik dapat memenuhi 3 aspek.	3
			Peserta didik dapat memenuhi 2 aspek.	2
			Peserta didik dapat memenuhi 1 aspek.	1
			Peserta didik tidak dapat memenuhi semua aspek.	0
4	Rasa Ingin Tahu	1. Peserta didik antusias saat diskusi kelompok. 2. Peserta didik aktif mencari informasi saat diskusi kelompok. 3. Peserta didik aktif memberikan pendapat/pertanyaan kepada kelompok lain saat presentasi. 4. Peserta didik aktif menjawab pertanyaan yang diberikan oleh kelompok lain saat presentasi.	Peserta didik dapat memenuhi 4 aspek.	4
			Peserta didik dapat memenuhi 3 aspek.	3
			Peserta didik dapat memenuhi 2 aspek.	2
			Peserta didik dapat memenuhi 1 aspek.	1
			Peserta didik tidak dapat memenuhi semua aspek.	0

No	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	Indikator	Skor
5	Kerjasama	1. Peserta didik aktif dalam menyelesaikan soal diskusi kelompok. 2. Peserta didik bersedia membantu teman dalam kelompok yang mengalami kesulitan. 3. Peserta didik bersedia bertukar pikiran dengan teman satu kelompok. 4. Peserta didik tidak memaksakan pendapat pada anggota kelompok.	Peserta didik dapat memenuhi 4 aspek.	4
			Peserta didik dapat memenuhi 3 aspek.	3
			Peserta didik dapat memenuhi 2 aspek.	2
			Peserta didik dapat memenuhi 1 aspek.	1
			Peserta didik tidak dapat memenuhi semua aspek.	0

Pedoman Penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{20} \times 100$$

Nilai	Predikat	Simbol
80 < A < 100	Sangat Baik	A
70 < B < 79	Baik	B
60 < C < 69	Cukup	C
D < 60	Kurang Baik	D

Lampiran 4**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 1****JUDUL : STRUKTUR, BENTUK, DAN JENIS KROMOSOM,
SERTA GEN DAN ALEL**

Kelas	:
Kelompok	:
Nama/ No. Absen	:
1.	.....
2.	.....
3.	.....
4.	.....

Tujuan :

- 3.3.1.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mengidentifikasi struktur kromosom pada gambar *pop-up book* dengan tepat.
- 3.3.2.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mengorganisasikan bentuk dan jenis kromosom pada gambar *pop-up book* sesuai dengan kelompoknya.
- 3.3.3.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mencocokkan pasangan kariotipe manusia pada gambar *pop-up book* dengan tepat.
- 3.3.4.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mendiferensiasikan fungsi gen dan alel dengan tepat.

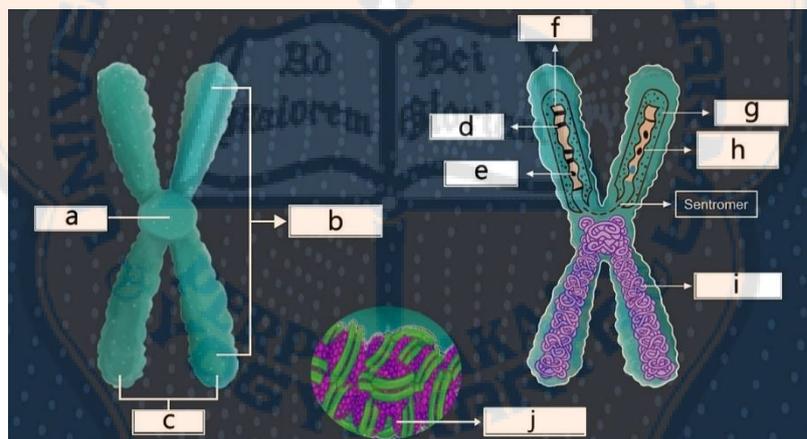
Langkah Kerja :

1. Duduklah bersama dengan kelompok yang telah ditentukan.
2. Lengkapi identitas yang ada di kolom pojok kiri atas pada LKPD.
3. Perhatikan penjelasan dari guru.
4. Buka media “*Pop Up Book Substansi Genetik*” pada halaman sesuai materi pada pertemuan hari ini.
5. Diskusikan jawaban pertanyaan di bawah ini.
6. Setiap kelompok boleh mengajukan pertanyaan kepada guru apabila terdapat perintah soal yang kurang jelas.

SOAL

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Perhatikan gambar berikut!



Lengkapilah kolom kosong pada struktur kromosom di atas dan jelaskan fungsinya!

2. Buka “Kuis” pada media “*Pop Up Book Substansi Genetik*” pada halaman 3 – 4. Diskusikan bersama kelompokmu mengenai proses terbentuknya satelit pada kromosom dan sertakan fungsinya!

3. Kelompokkan bentuk kromosom berdasarkan :
 - a. Jumlah sentromer (beserta penjelasannya)!
 - b. Letak sentromer (beserta penjelasannya)!

4. Buka media “*Pop Up Book* Substansi Genetik” pada halaman 5 – 6, kemudian selesaikan tugas di bawah ini bersama kelompokmu!
 - a. Susunlah pasangan kromosom di dalam amplop pada template yang telah disediakan dalam media *pop up book*!
 - b. Dokumentasikan hasil pasangan kariotipe yang telah disusun!
 - c. Tentukan jenis kelamin pada kromosom yang memiliki susunan dan jumlah kariotipe tersebut!

5. Hipotesa pada percobaan persilangan antara tikus putih dengan tikus hitam diperkirakan keturunan yang dihasilkan dengan perbandingan fenotipe 1:1. Apabila tikus putih tersebut disilangkan dengan sesama jenisnya, maka akan menghasilkan 3 tikus putih dengan 1 tikus hitam. Berdasarkan pernyataan tersebut maka
 - a. Apa genotip yang dihasilkan?
 - b. Bagaimana gen berperan dalam persilangan antara tikus putih dan tikus hitam tersebut?
 - c. Bagaimana alel berperan dalam persilangan antara tikus putih dan tikus hitam tersebut?

Lampiran 5**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 2****JUDUL : DNA**

Kelas	:	
Kelompok	:	
Nama/ No. Absen	:	
1.	.....
2.	.....
3.	.....
4.	.....

Tujuan :

3.3.5.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mengidentifikasi tiga (3) struktur DNA dengan tepat.

3.3.6.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat menyimpulkan proses mekanisme replikasi DNA secara runtut.

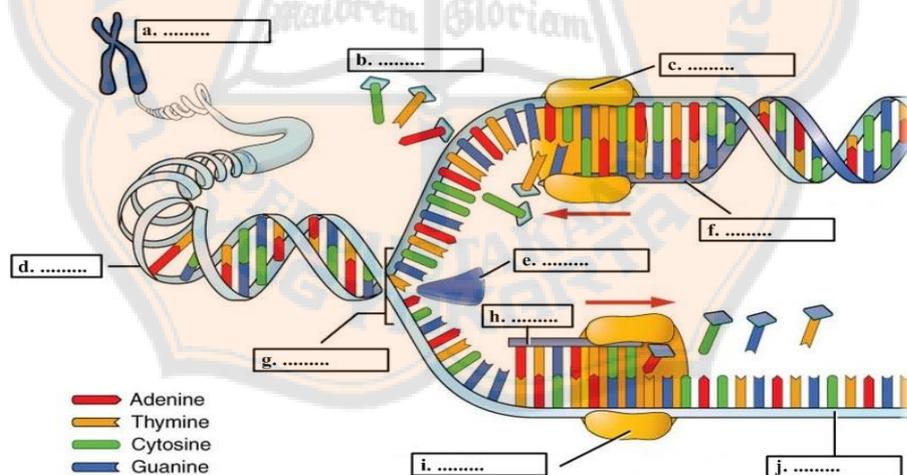
Langkah Kerja :

1. Duduklah bersama dengan kelompok yang telah ditentukan.
2. Lengkapi identitas yang ada di kolom pojok kiri atas pada LKPD.
3. Perhatikan penjelasan dari guru.
4. Buka media “*Pop Up Book Substansi Genetik*” pada halaman sesuai materi pada pertemuan hari ini.
5. Diskusikan jawaban pertanyaan di bawah ini.
6. Setiap kelompok boleh mengajukan pertanyaan kepada guru apabila terdapat perintah soal yang kurang jelas.

SOAL

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Buka media “*Pop Up Book Substansi Genetik*” pada halaman 9 – 10! Amati gambar struktur DNA pada media *pop up book* kemudian sebutkan komponen penyusun nukleotida pada DNA!
2. Buka “Kuis” pada media “*Pop Up Book Substansi Genetik*” halaman 9 – 10! Analisislah model – model replikasi DNA pada *pop-up book*! Carilah informasi terkait percobaan yang telah dilakukan oleh peneliti terkait model – model replikasi DNA, kemudian jelaskan mengapa hanya ada satu model yang diyakini kebenarannya!
3. Buka media “*Pop Up Book Substansi Genetik*” pada halaman 9 – 10, kemudian diskusikan soal di bawah ini bersama kelompokmu!



- a. Lengkapilah gambar di atas disertai dengan penjelasannya!
- b. Bagaimana mekanisme replikasi DNA terjadi? Jelaskan secara runtut!

Lampiran 6**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 3****JUDUL : RNA**

Kelas	:
Kelompok	:
Nama/ No. Absen	:
1.	.....
2.	.....
3.	.....
4.	.....

Tujuan :

- 3.3.7.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mengidentifikasi tiga (3) struktur RNA dengan tepat.
- 3.3.8.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat menganalisis minimal 3 fungsi dari tiap jenis RNA dengan tepat.
- 3.3.9.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat membandingkan minimal tiga (3) komponen penyusun DNA dan RNA.

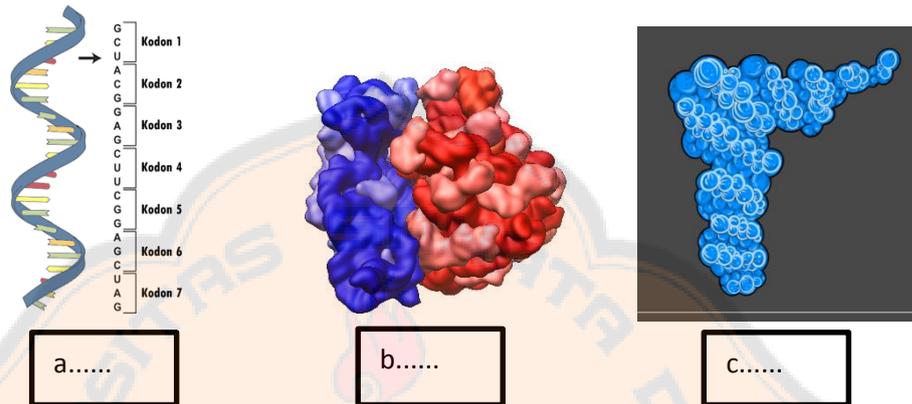
Langkah Kerja :

1. Duduklah bersama dengan kelompok yang telah ditentukan.
2. Lengkapi identitas yang ada di kolom pojok kiri atas pada LKPD.
3. Perhatikan penjelasan dari guru.
4. Buka media “*Pop Up Book Substansi Genetik*” pada halaman sesuai materi pada pertemuan hari ini.
5. Diskusikan jawaban pertanyaan di bawah ini.
6. Setiap kelompok boleh mengajukan pertanyaan kepada guru apabila terdapat perintah soal yang kurang jelas.

SOAL

Jawablah pernyataan di bawah ini!

1. Sebutkan komponen penyusun nukleotida pada RNA!
2. Perhatikan gambar jenis – jenis RNA!



Tentukan dan jelaskan fungsi setiap jenis RNA pada gambar di atas!

3. Isilah tabel di bawah ini untuk mengetahui perbandingan antara DNA dan RNA!

Perbedaan	DNA	RNA
Pengertian		
Bentuk struktur		
Letak		
Jenis gula		
Basa nitrogen		
Fungsi		
Kadar jumlah		
Keberadaannya		

Lampiran 7**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 4****JUDUL : SINTESIS PROTEIN**

Kelas	:
Kelompok	:
Nama/ No. Absen	:
1.	.....
2.	.....
3.	.....
4.	.....

Tujuan :

- 3.3.10.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat menguraikan proses transkripsi dan translasi dalam sintesis protein dengan tepat.
- 3.3.11.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat menentukan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein dengan tepat.
- 3.3.12.1 Melalui kegiatan diskusi kelompok, peserta didik dapat mengkorelasikan hubungan gen, kromosom, DNA, RNA dalam sintesis protein dengan tepat.

Langkah Kerja :

1. Duduklah bersama dengan kelompok yang telah ditentukan.
2. Lengkapi identitas yang ada di kolom pojok kiri atas pada LKPD.
3. Perhatikan penjelasan dari guru.
4. Buka media “*Pop Up Book Substansi Genetik*” pada halaman sesuai materi pada pertemuan hari ini.
5. Diskusikan jawaban pertanyaan di bawah ini.
6. Setiap kelompok boleh mengajukan pertanyaan kepada guru apabila terdapat perintah soal yang kurang jelas.

SOAL

Jawablah pernyataan di bawah ini!

1. Jelaskan 3 tahap proses transkripsi!
 - a. Inisiasi
 - b. Elongasi
 - c. Terminasi

2. Jelaskan 3 tahap proses translasi!
 - a. Inisiasi
 - b. Elongasi
 - c. Terminasi

3. Buka media “*Pop Up Book* Substansi Genetik” pada halaman 15 – 16, kemudian selesaikan perintah pada soal!
 - a. Tentukan triplet basa nitrogen pada untai mRNA proses transkripsi dalam media *Pop Up Book*!
 - b. Tentukan jenis asam amino penyusun polipeptida yang terbentuk berdasarkan kode genetik pada media *Pop Up Book*!
 - c. Tentukan jumlah asam amino yang terbentuk!
 - d. Tentukan triplet basa nitrogen tRNA pembawa asam amino pada proses translasi dalam media *Pop Up Book*!

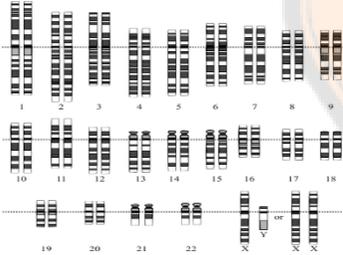
Lampiran 8

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (KOGNITIF)

RUBRIK PENSKORAN LKPD 1

No	Jawaban	Indikator	Skor
1.	1. a = sentromer, berfungsi sebagai tempat melekatnya benang – benang spindle pada saat pembelahan sel. 2. b = lengan kromosom, berfungsi sebagai badan utama kromosom yang mengandung gen. 3. c = telomer, berfungsi melindungi bagian ujung kromosom agar tidak tersambung dengan kromosom lainnya. 4. d = kromomer, berfungsi sebagai tempat lokus serta menyimpan protein histon dan DNA. 5. e = kromiol, berfungsi seperti kromomer hanya saja menempati granula kecil. 6. f = kromatid, merupakan lengan kromosom yang mengandung filamen tipis kromonema. 7. g = matriks, berfungsi sebagai selaput pembungkus kromosom. 8. h = kromonema, berfungsi sebagai tempat melekatnya kromiol dan kromomer. 9. i = molekul DNA, berfungsi sebagai penentu sifat – sifat genetik suatu organisme. 10. j = histon, berfungsi mempertahankan bentuk kromosom. (point 5)	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	0,5
		Jika menjawab salah	0

No	Jawaban	Indikator	Skor
2.	1. Satelit kromosom merupakan bagian yang memiliki bentuk bulat pada ujung lengan kromatid. Satelit terbentuk karena adanya konstiksi sekunder pada suatu daerah di kromosom. 2. Fungsi satelit kromosom sebagai ciri khas kromosom pada set dasar kromosom jenis tertentu. (point 2)	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	1
		Jika menjawab salah	0
3.	1. Penjelasan kromosom berdasarkan jumlah sentromer <ul style="list-style-type: none"> • Asentrik : kromosom yang tidak memiliki sentromer 	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	2

No	Jawaban	Indikator	Skor
	<ul style="list-style-type: none"> • Monosentrik : kromosom yang memiliki satu sentromer • Disentrik : kromosom yang memiliki dua sentromer • Polisentrik : kromosom yang memiliki banyak sentromer <p>2. Penjelasan kromosom berdasarkan letak sentromer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metasentrik : sentromer terletak di tengah kromatid, sehingga kromatid menunjukkan dua bagian yang sama panjang. • Submetasentrik : sentromer tidak terletak tepat di tengah kromatid, sehingga kedua bagian kromatid tidak sama panjang. • Akrosentrik : sentromer terletak di antara bagian ujung dan tengah kromatid, sehingga salah satu bagian kromatid lebih panjang. • Telosentrik : sentromer terletak di bagian ujung kromatid, sehingga kromosom hanya memiliki satu lengan saja. <p>(point 4)</p>	<p>Jika menjawab salah</p>	<p>0</p>
<p>4.</p>	<p>1. Susunan kariotipe yang benar</p> 	<p>Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar</p>	<p>1</p>

No	Jawaban	Indikator	Skor
	2. Kromosom yang tersusun adalah kromosom milik perempuan, karena <ul style="list-style-type: none"> • Autosom pada wanita berjumlah 22 • Gonosom pada wanita yaitu kromosom X (point 3)	Jika menjawab salah	0
5.	1. Genotip dari tikus putih tersebut yaitu Hh. 2. Peran Gen Diketahui bahwa tikus putih memiliki gen H, sedangkan tikus hitam memiliki gen h. Ketika tikus putih disilangkan dengan tikus hitam, maka gen yang berfungsi mengendalikan sifat – sifat hereditas suatu organisme akan menunjukkan ekspresi gen, dimana ekspresi gen dominan (H) akan menutupi ekspresi gen resesif (h). Maka diperoleh fenotipe (F1) sebanyak 3 tikus putih dan 1 tikus hitam. 3. Peran Alel Apabila tikus putih disilangkan dengan sesamanya, maka akan diperoleh fenotip (F1) sebanyak 3 tikus putih dan 1 tikus hitam. Sehingga diketahui bahwa genotipe dari tikus putih tersebut adalah Hh atau putih, yang berarti pasangan gen (alel) yang diperoleh adalah heterozigot dominan. (point 6)	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	2
		Jika menjawab salah	0

Pedoman Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Total Keseluruh Skor}} \times 100$$

$$\text{Nilai} = \frac{20}{20} \times 100$$



Lampiran 9

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (KOGNITIF)

RUBRIK PENSKORAN LKPD 2

No	Jawaban	Indikator	Skor
1.	1. Gula pentosa deoksiribosa (ribosa yang kehilangan satu atom oksigennya). 2. Gugus fosfat (PO_4^{3-}). 3. Basa nitrogen, terdiri atas dua jenis yaitu : - Purin dibagi menjadi dua macam yaitu guanin (G) dan adenin (A), - Pirimidin yang dibagi menjadi dua macam yaitu timin (T) dan sitosin (C). (point 3)	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	1
		Jika menjawab salah	0
2.	1. Peneliti Matthew Meselson dan Franklin Stahl 2. Percobaan pembiakan bakteri <i>Escherichia coli</i> pada medium yang mengandung isotop nitrogen berat ^{15}N , kemudian dipindahkana ke dalam medium isotop nitrogen ^{14}N . Ekstrasi DNA bakteri yang telah disentrifugasi selama 20 menit mneghasilkan DNA hibrid ($^{15}\text{N} - ^{14}\text{N}$), dimana hal tersebut mematahkan teori konservatif. Selanjutnya, sample DNA bakteri disentrifugasi untuk kedua kalinya. Hasil yang diperoleh pada penelitian kedua yaitu DNA ringan dan DNA hibrid, dimana hal tersebut mematahkan teori dispersif.	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	2

No	Jawaban	Indikator	Skor
	<p>3. Model replikasi DNA yang diyakini kebenarannya adalah model semikonservatif. Pada model semikonservatif, kedua untai DNA lama akan berpisah, kemudian masing – masing untai berfungsi sebagai cetakan untuk menyintesis untai DNA baru. Dengan demikian, setiap untai DNA baru akan membawa untai DNA lama.</p> <p>(point 6)</p>	<p>Jika menjawab salah</p>	<p>0</p>
<p>3.</p>	<p>a. Gambar mekanisme replikasi DNA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. a = helikase, berfungsi memutuskan ikatan – ikatan hidrogen untuk membuka heliks ganda DNA menjadi untai tunggal. 2. b = RNA primase, berfungsi menggabungkan nukleotida – nukleotida RNA agar membentuk primer. 3. c = DNA polimerase, berfungsi menggabungkan nukleotida – nukleotida menjadi polimer DNA. 4. d = DNA ligase, berfungsi menyambungkan fragmen – fragmen DNA menjadi untai DNA lengkap. <p>(point 2)</p>	<p>Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar</p>	<p>0,5</p>
		<p>Jika menjawab salah</p>	<p>0</p>
	<p>b. Mekanisme replikasi DNA :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Helikase membuka heliks ganda DNA lama, kemudian protein pengikat untai tunggal menstabilkan DNA lama yang terbuka. 2. Untai utama (<i>leading strand</i>) disintesis secara terus – menerus pada arah 5' → 3' oleh DNA polimerase. Pembentukan <i>leading strand</i> dimulai dari satu primer RNA 	<p>Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar</p>	<p>1</p>

No	Jawaban	Indikator	Skor
	<p>yang disintesis oleh enzim primase. DNA polimerase kemudian mengantikan nukleotida primer RNA dengan DNA.</p> <p>3. DNA polimerase bekerja di sepanjang cetakan yang jauh dari cabang replikasi. Untai DNA yang disintesis disebut <i>lagging strand</i> (untai lamban). <i>Lagging strand</i> disintesis secara tidka kontinu. Enzim promase menyintesis primer – promoter RNA pendek yang kemudian diperpanjang oleh DNA polimerase membentuk fragmen Okazaki.</p> <p>4. Setelah primer RNA diganti menjadi DNA, DNA ligase menggabungkan fragmen Okazaki ke untai yang sedang tumbuh.</p> <p>(point 4)</p>	Jika menjawab salah	0

Pedoman Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah Skor}}{\text{Total Keseluruhan Skor}} \times 100$$

$$\text{Nilai} = \frac{15}{15} \times 100$$

Lampiran 10

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (KOGNITIF)

RUBRIK PENSKORAN LKPD 3

No	Jawaban	Indikator	Skor
1.	1. Gula ribosa berkarbon 5. 2. Gugus fosfat (PO_4^{3-}). 3. Basa nitrogen, terdiri atas dua jenis yaitu : - Purin dibagi menjadi dua macam yaitu guanin (G) dan adenin (A), - Pirimidin yang dibagi menjadi dua macam yaitu urasil (U) dan sitosin (C) (point 3)	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	1
		Jika menjawab salah	0
2.	1. (a) mRNA (<i>messenger RNA</i>) mRNA dibentuk oleh DNA melalui proses transkripsi di dalam inti sel, berfungsi untuk membawa kode genetik (kodon) dari kromosom didalam inti sel ke ribosom di dalam sitoplasma sel. 2. (b) rRNA (<i>ribosomal RNA</i>) rRNA ditranskripsi oleh DNA, berfungsi sebagai adaptor atau mesin perakitan polipeptida yang bergerak satu arah sepanjang mRNA dalam proses sintesis protein. 3. (c) tRNA (<i>transfer RNA</i>) tRNA ditranskripsi dari cetakan DNA di dalam nukleus yang kemudian diangkut menuju sitoplasma, berfungsi membawa asam amino ke ribosom. (point 6)	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	2
		Jika menjawab salah	0

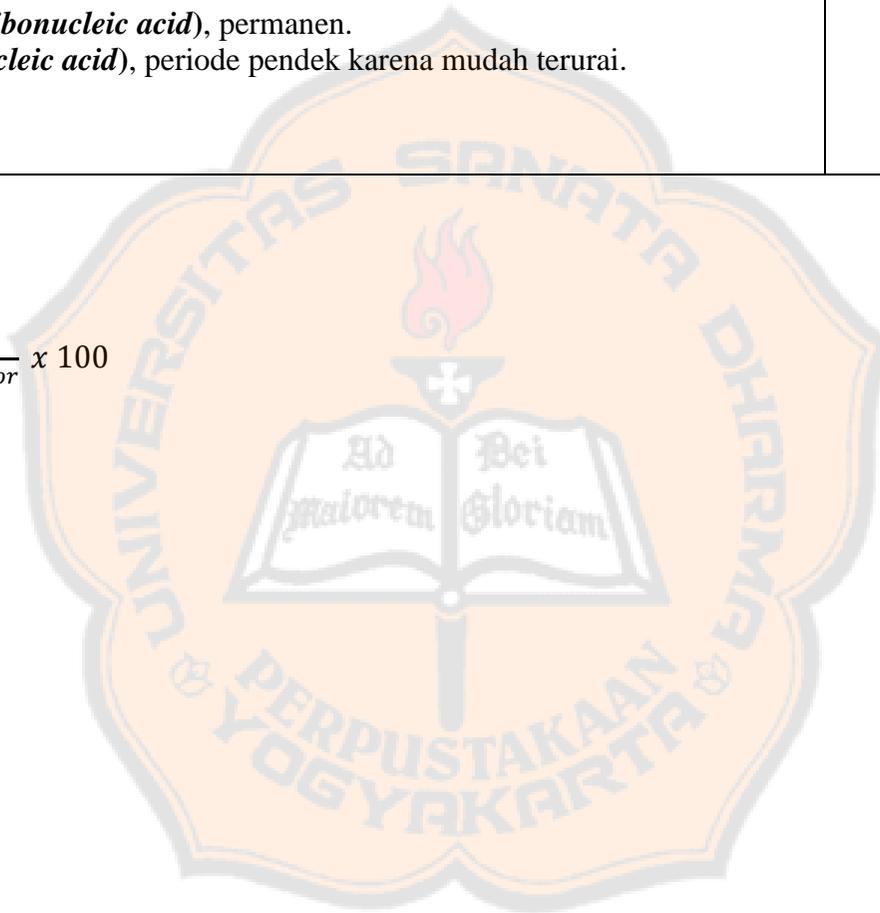
No	Jawaban	Indikator	Skor
3.	<p>1. Pengertian DNA (<i>Deoxyribonucleic acid</i>), merupakan heliks untai ganda penyusun gen pada kromosom yang terletak dalam inti sel, mitokondria dan kloroplas. RNA (<i>Ribonucleic acid</i>) adalah rantai polinukleotida yang berbentuk tunggal dan pendek. RNA terletak di dalam inti sel atau sitoplasma.</p> <p>2. Bentuk struktur DNA (<i>Deoxyribonucleic acid</i>), untai ganda panjang. RNA (<i>Ribonucleic acid</i>), untai tunggal pendek.</p> <p>3. Letak DNA (<i>Deoxyribonucleic acid</i>), kromosom (inti sel), mitokondria, plastida, kloroplas dan sentriol. RNA (<i>Ribonucleic acid</i>), sitoplasma sel, ribosom, dan inti sel.</p> <p>4. Jenis gula DNA (<i>Deoxyribonucleic acid</i>), deksiribosa RNA (<i>Ribonucleic acid</i>), ribose</p> <p>5. Basa nitrogen DNA (<i>Deoxyribonucleic acid</i>), pirimidin (timin dan sitosin) RNA (<i>Ribonucleic acid</i>), pirimidin (urasil dan sitosin)</p> <p>6. Fungsi DNA (<i>Deoxyribonucleic acid</i>), perintah dalam sintesis protein RNA (<i>Ribonucleic acid</i>), alat dalam sintesis protein.</p> <p>7. Kadar jumlah DNA (<i>Deoxyribonucleic acid</i>), tetap (tidak dipengaruhi aktivitas sintesis protein). RNA (<i>Ribonucleic acid</i>), tidak tetap (dipengaruhi aktivitas sintesis protein).</p>	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	0,5
		Jika menjawab salah	0

No	Jawaban	Indikator	Skor
	8. Keberadaannya DNA (<i>Deoxyribonucleic acid</i>), permanen. RNA (<i>Ribonucleic acid</i>), periode pendek karena mudah terurai. (point 4)		

Pedoman Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah Skor}}{\text{Total Keseluruhan Skor}} \times 100$$

$$\text{Nilai} = \frac{13}{13} \times 100$$



Lampiran 11

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (KOGNITIF)

RUBRIK PENSKORAN LKPD 4

No	Jawaban	Indikator	Skor
1.	<p>1. Inisiasi Proses transkripsi diawali dengan penempelan RNA polimirase pada DNA (promotor). RNA polimirase membentuk mRNA melalui cetakan DNA template.</p> <p>2. Elongasi RNA polimirase bergerak ke hilir, melepaskan DNA dan mengarahkan pembacaan transkrip dari arah 5' ke 3'</p> <p>3. Terminasi Setelah pembentukan mRNA selesai, RNA polimirase menuju ke daerah terminator. mRNA yang mengandung kodon kemudian meninggalkan nukleus menuju sitoplasma untuk melanjutkan tahap translasi.</p> <p>(point 6)</p>	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	2
		Jika menjawab salah	0
2.	<p>1. Inisiasi Ribosom subunit kecil mengikat molekul mRNA kemudian bergerak dari arah 5' ke 3'. tRNA inisiator dengan antikodon AUC berpasangan dengan kodon AUG "start". Selanjutnya, ribosom subunit besar</p>	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	2

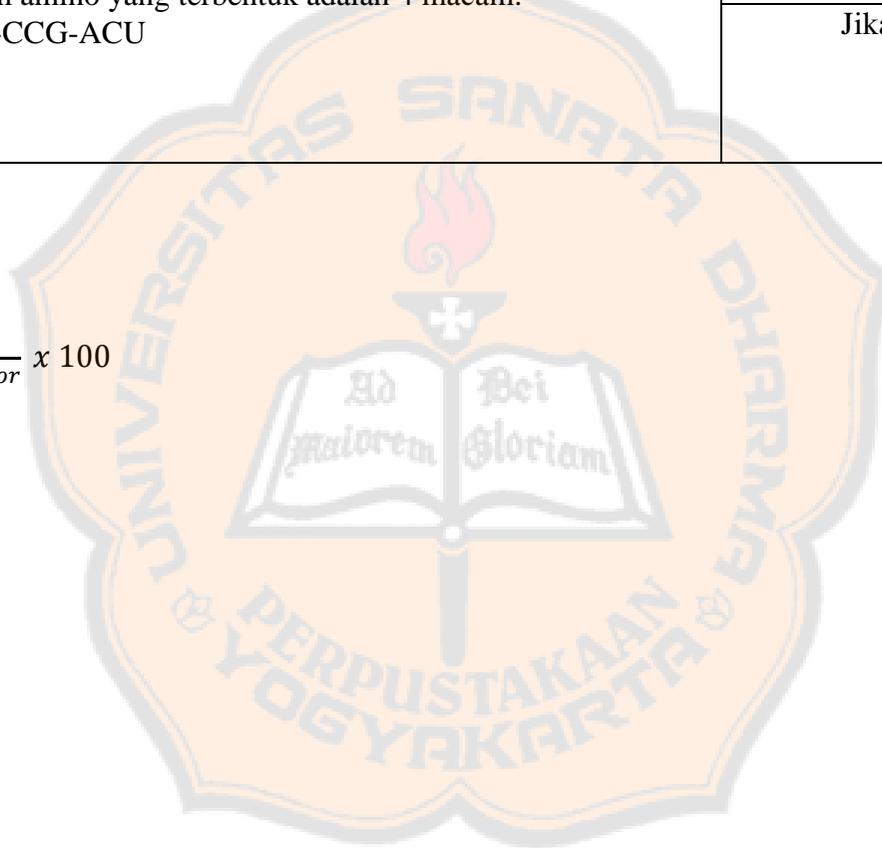
No	Jawaban	Indikator	Skor
	<p>melekat pada ribosom subunit kecil, sehingga menyempurnakan kompleks inisiasi.</p> <p>2. Elongasi</p> <p>a. Pengenalan kodon Kodon mRNA pada <i>A site</i> membentuk ikatan hidrogen dengan antikodon tRNA yang baru masuk membawa asam amino.</p> <p>b. Pembentukan ikatan peptida Molekul rRNA dari ribosom subunit besar mengkatalis pembentukan peptida melalui penggabungan polipeptida pada <i>P site</i> dengan asam amino pada <i>A site</i>.</p> <p>c. Translokasi Ribosom mentranslokasi tRNA pada <i>A site</i> ke <i>P site</i>. tRNA kosong pada <i>P site</i> bergerak menuju tempat <i>E site</i> kemudian keluar dari ribosom.</p> <p>3. Terminasi Kodon AUG “<i>stop</i>” mencapai <i>A site</i> di ribosom. <i>A site</i> kemudian menerima protein faktor pelepas. Protein faktor pelepas mengikat diri pada kodon “<i>stop</i>” dan menghidrolisis ikatan antara tRNA pada <i>P site</i> dan asam amino terakhir dari polipeptida. Selanjutnya, polipeptida dilepaskan dari ribosom.</p> <p>(point 6)</p>	Jika menjawab salah	0

No	Jawaban	Indikator	Skor
3.	1. UGG-UUU-GGC-UCA 2. Triptopan (Trp) – Fenilalanin (Phe) – Glisin (Gly) – Serin (Ser). 3. Jumlah asam amino yang terbentuk adalah 4 macam. 4. ACC-AAA-CCG-ACU (point 4)	Setiap menjawab 1 jawaban dengan benar	1
		Jika menjawab salah	0

Pedoman Penilaian :

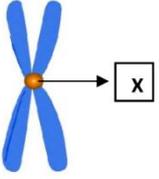
$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah Skor}}{\text{Total Keseluruhan Skor}} \times 100$$

$$\text{Nilai} = \frac{16}{16} \times 100$$



Lampiran 12**A. SOAL POST TEST 1**

Jawablah pernyataan di bawah ini dengan tepat!

1.  Jelaskan 2 fungsi dari bagian yang diberi tanda X!

2. Apa saja perbedaan dari kromosom haploid dan kromosom diploid?
3. Jelaskan 3 pasangan gen dan alel!

B. SOAL POST TEST 2

Jawablah pernyataan di bawah ini dengan tepat!

1. Apa yang kamu ketahui tentang DNA?
2. Jelaskan secara rinci mengenai 3 model replikasi DNA!
3. Menurut peneliti, manakah model DNA yang diyakini kebenarannya?
Jelaskan!

C. SOAL POST TEST 3

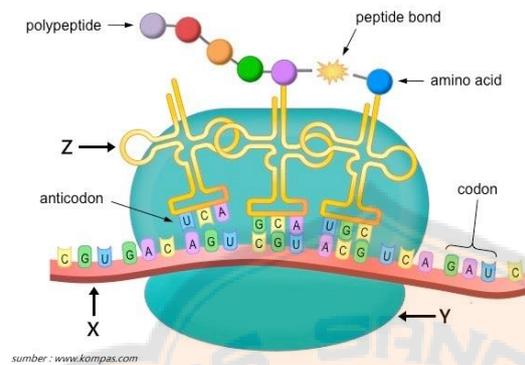
Jawablah pernyataan di bawah ini dengan tepat!

1. Apa saja komponen penyusun RNA? Jelaskan!
2. Jelaskan fungsi dari jenis – jenis RNA di bawah ini!
 - a. mRNA
 - b. tRNA
 - c. rRNA
3. Buatlah tabel perbandingan antara DNA dan RNA (minimal 5)

D. SOAL POST TEST 4

Jawablah pernyataan di bawah ini dengan tepat!

Perhatikan gambar sintesis protein di bawah ini!



1. Jelaskan apa saja fungsi dari X, Y, Z pada gambar tersebut?
2. Bagaimana mekanisme terjadinya sintesis protein? Jelaskan secara runtut 3 tahapan pada transkripsi dan translasi!
3. Analisislah keterkaitan antara kromosom, gen, DNA dan RNA dalam sintesis protein!

Lampiran 13

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (KOGNITIF)

RUBRIK PENILAIAN SOAL POST TEST

Satuan Pendidikan : SMA

Mata Pelajaran : Biologi

Topik : Substansi Genetik

Kelas/ Semester : XII/ I (Gasal)

A. SOAL POST TEST 1

No. Soal	Aspek	Indikator	Skor	
1	1. Sebagai tempat melekatnya kromatid.	- Setiap menjawab jawaban benar	1	
	2. Sebagai tempat pelekatan benang spindel pada saat pembelahan sel.	- Jika menjawab salah	0	
(Skor 2)				
2	1. Jumlah kromosom haploid (n), sedangkan kromosom diploid berjumlah 2n.	- Setiap menjawab jawaban benar	1	
	2. Letak kromosom haploid terdapat di sel kelamin, sedangkan kromosom diploid terdapat di sel somatik.	- Jika menjawab salah	0	
	3. Pembelahan sel pada kromosom haploid terjadi secara meiosis, sedangkan kromosom diploid secara mitosis.			
	4. Kegunaan kromosom haploid untuk reproduksi seksual, sedangkan kromosom diploid untuk pertumbuhan dan perkembangan.			

No. Soal	Aspek	Indikator	Skor
	(Skor 4)		
3	1. Homozigot dominan, dengan pasangan alel terdiri atas dua gen dominan . 2. Homozigot resesif, dengan pasangan alel terdiri atas dua gen resesif. 3. Heterozigot, dengan pasangan alel terdiri atas dua gen berbeda (dominan dan resesif). (Skor 3)	- Setiap menjawab jawaban benar 1 - Jika menjawab salah 0	1

Pedoman Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Total Keseluruhan Skor}} \times 100$$

$$\text{Nilai} = \frac{9}{9} \times 100$$

B. SOAL POST TEST 2

No. Soal	Aspek	Indikator	Skor
1	1. Menyusun gen di dalam inti sel. 2. Terdapat dalam mitokondria, kloroplas, sentrol, plastid dan sitoplasma. (Skor 2)	- Setiap menjawab jawaban benar 1 - Jika menjawab salah 0	1 0
2	1. Menjabarkan model konservatif secara rinci. 2. Menjabarkan model dispersif secara rinci. 3. Menjabarkan model semikonservatif secara rinci. (Skor 3)	- Setiap menjawab jawaban benar 1 - Jika menjawab salah 0	1 0
3	1. Menyebutkan nama peneliti Matthew Meselson dan Franklin Stahl dengan benar. 2. Menyebutkan nama bakteri, yaitu pembiakan bakteri <i>Escherichia coli</i> dengan benar. 3. Menjabarkan model semikonservatif dengan benar. (Skor 3)	- Setiap menjawab jawaban benar 1 - Jika menjawab salah 0	1 0

Pedoman Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Total Keseluruhan Skor}} \times 100$$

$$\text{Nilai} = \frac{8}{8} \times 100$$

C. SOAL POST TEST 3

No. Soal	Aspek	Indikator	Skor
1	1. Gula deribosa 2. Fosfat 3. Basa nitrogen : a. Purin : Adenin (A), Guanin (G) b. Pirimidin : Sitosin (C), Urasil (U). (Skor 3)	- Setiap menjawab jawaban benar 1 - Jika menjawab salah 0	1 0
2	a. mRNA : membawa asam amino penyusun protein dalam sintesis protein. b. tRNA : penyusun ribosom bersama dengan protein. c. rRNA : membawa informasi genetik dari DNA ke ribosom. (Skor 3)	- Setiap menjawab jawaban benar 1 - Jika menjawab salah 0	1 0
3	1. Tabel perbandingan bentuk DNA dan RNA. 2. Tabel perbandingan fungsi DNA dan RNA. 3. Tabel perbandingan letak DNA dan RNA. 4. Tabel perbandingan komponen penyusun DNA dan RNA. 5. Tabel perbandingan jenis basa nitrogen DNA dan RNA. (Skor 5)	- Setiap menjawab jawaban benar 1 - Jika menjawab salah 0	1 0

Pedoman Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Total Keseluruhan Skor}} \times 100$$

$$\text{Nilai} = \frac{11}{11} \times 100$$

Pedoman Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Total Keseluruhan Skor}} \times 100$$

$$\text{Nilai} = \frac{14}{14} \times 100$$



Lampiran 14**ULANGAN HARIAN****BAB SUBSTANSI GENETIK****A. Soal Pilihan Ganda**

1. Kromosom yang memiliki bentuk, ukuran, dan komposisi yang sama disebut
 - a. Substansi Genetik
 - b. Kromosom homolog
 - c. Alel Ganda
 - d. Alel
 - e. Gen
2. Contoh alel ganda adalah yaitu
 - a. Albino
 - b. Buta warna
 - c. Golongan darah ABO
 - d. Kretinisme
 - e. Polidaktil
3. Gen memiliki peran sebagai pembawa sifat menurun pada Substansi Genetik.
Gen terletak pada

 - a. Nukleus
 - b. Lokus
 - c. Kromosom
 - d. Protoplasma
 - e. Kromomer

4. Jumlah kromosom tubuh (autosom) yang terdapat dalam tubuh manusia adalah
- a. 20 pasang
 - b. 21 pasang
 - c. 22 pasang
 - d. 23 pasang
 - e. 24 pasang
5. Berikut ini merupakan ciri DNA, **kecuali**
- a. Berhubungan erat dengan faktor genetik
 - b. Terdapat dalam kromosom
 - c. Membentuk rantai heliks ganda
 - d. Kadarnya berubah - ubah
 - e. Mengandung basa nitrogen
6. Senyawa pirimidin RNA terdiri dari
- a. Urasil dan Sitosin
 - b. Urasil dan Timin
 - c. Adenin dan Guanin
 - d. Adenin dan Sitosin
 - e. Adenin dan Timin

7. Penyusun dari struktur asam nukleat (RNA) antara lain adalah :

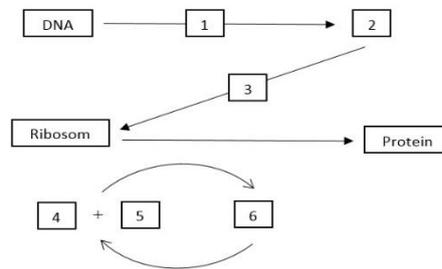
- 1) Heliks ganda
- 2) Rantai tunggal
- 3) Basa nitrogen : adenin, guanin, urasil, sitosin
- 4) Basa nitrogen : adenin, guanin, timin, sitosin
- 5) Memiliki gula deoksiribosa
- 6) Memiliki gula ribosa

Susunan rangkaian RNA terdiri atas

- a. (1), (2), dan (3)
 - b. (1), (4), dan (5)
 - c. (1), (4), dan (6)
 - d. (2), (3), dan (6)
 - e. (2), (3), dan (5)
8. Ilmuwan yang menemukan model DNA adalah
- a. James Watson dan Robert Watson
 - b. James Watson dan Fransces Watson
 - c. Fransces Watson dan Robert Watson
 - d. Fransces Crick dan Robert Watson
 - e. Fransces Crick dan James Watson

9. Tahap pertama yang dilalui oleh sintesis protein adalah
- Pembentukan polipeptida
 - RNA membentuk tRNA
 - RNA membentuk mRNA
 - DNA membentuk tRNA
 - DNA membentuk mRNA
10. Jika A = gugus fosfat, B = gula pentosa, dan C = basa nitrogen, maka susunan 1 nukleotida sama dengan
- A-B
 - A-C
 - A-B-C
 - B-C-A
 - C-B-A
11. Berikut ini pernyataan yang benar mengenai DNA dan RNA adalah
- Merupakan penyusun gen
 - Tersusun atas gula pentosa, asam fosfat, dan basa nitrogen
 - Memiliki ikatan antar basa nitrogen
 - Saling berkaitan proses sintesis protein
 - Tempat penyimpanan materi genetik

12. Perhatikan gambar di bawah ini!



Peristiwa yang terjadi pada proses 1 adalah

- A. Replikasi, duplikasi DNA
 - B. Transkripsi, duplikasi DNA
 - C. Translasi, penerjemahan mRNA oleh DNA
 - D. Translasi, pencetakan mRNA oleh tRNA
 - E. Transkripsi, pencetakan mRNA oleh DNA
13. Dalam sintesis protein, yang berfungsi sebagai cetakan adalah
- a. DNA
 - b. RNA
 - c. mRNA
 - d. tRNA
 - e. rRNA
14. Enzim yang berperan dalam proses transkripsi adalah
- a. DNA polimerase
 - b. RNA polimerase
 - c. DNA ligase
 - d. RNA ligase
 - e. Purin dan Pirimidin

15. Jika rantai template DNA adalah ATT GTA AAA, maka kode genetik yang dibawa oleh tRNA adalah
- AUU GUA AAA
 - AUU GTA UUU
 - ATT GTA AAA
 - UAA CAU UUU
 - TAA CAT TTT
16. Tanskripsi adalah....
- Proses pembentukan mRNA yang berasal dari DNA template di nukleus
 - Proses pembentukan tRNA yang berasal dari DNA template di nukleus
 - Proses pembentukan mRNA yang berasal dari DNA komplementer di nukleus
 - Proses pembentukan tRNA yang berasal dari DNA komplemneteter di nukleus
 - Proses pembentukan protein yang berasal dari tRNA
17. Translasi adalah....
- Proses penterjemahan mRNA menjadi asam amino di ribosom
 - Proses penterjemahan rRNA menjadi asam amino di ribosom
 - Proses penterjemahan tRNA menjadi asam amino di ribosom
 - Proses penterjemahan DNA template menjadi asam amino di ribosom
 - Proses penterjemahan mRNA menjadi tRNA

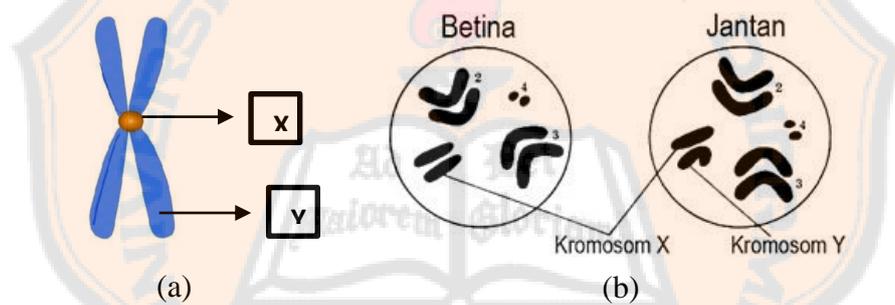
18. Jika suatu DNA memiliki untai pengkode (*coding*) $5' \text{ATG} - \text{TGC} - \text{TAT} - \text{ACC} - \text{TAA}^3'$, maka jumlah dan jenis asam amino yang terbentuk adalah
- 3 jumlah asam amino dengan jenis penyusun polipeptida *Met* (metionin), *Cys* (sistein), *Try* (tirosin), *Thr* (treonin), dan *Asn* (asparagin).
 - 3 jumlah asam amino dengan jenis penyusun polipeptida *Try* (tirosin), *Thr* (treonin), *Ile* (isoleusin), *Trp* (triptipan) dan *Gln* (Glutamin).
 - 4 jumlah asam amino dengan jenis penyusun polipeptida *Met* (metionin), *Cys* (sistein), *Try* (tirosin), *Thr* (treonin), dan *Stop*.
 - 4 jumlah asam amino dengan jenis penyusun polipeptida *Try* (tirosin), *Thr* (treonin), *Ile* (isoleusin), *Trp* (triptipan) dan *Gln* (Glutamin).
 - 5 jumlah asam amino dengan jenis penyusun polipeptida *Try* (tirosin), *Thr* (treonin), *Ile* (isoleusin), *Trp* (triptipan) dan *Asn* (asparagin).
19. Genotipe BB merupakan pasangan gen dan alel
- Letal
 - Resesif
 - Heterozigot
 - Homozigot dominan
 - Homozigot resesif

20. Susunan kromosom sel somatis pada wanita yaitu

- 22 autosom dan sepasang kromosom X
- 22 autosom dan sepasang kromosom Y
- 23 autosom dan sepasang kromosom X
- 23 autosom dan sepasang kromosom Y
- 23 autosom dan pasangan kromosom XY

B. Soal Essay

1. Perhatikan gambar di bawah ini!



- Jelaskan fungsi dari X dan Y!
 - Apa yang kalian ketahui mengenai gambar tersebut? Jelaskan keterkaitannya dengan jenis – jenis kromosom!
- Jelaskan secara rinci urutan mekanisme replikasi DNA!
 - Jelaskan fungsi-fungsi RNA dalam proses sintesis protein!
 - Buatlah tabel perbandingan komponen penyusun DNA dan RNA!
 - Analisislah keterkaitan antara kromosom, gen, DNA dan RNA dalam pewarisan sifat!

Lampiran 15**LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (KOGNITIF)****RUBRIK PENILAIAN SOAL ULANGAN HARIAN**

Satuan Pendidikan : SMA

Mata Pelajaran : Biologi

Topik : Substansi Genetik

Kelas/ Semester : XII/ I (Gasal)

A. Soal Pilihan Ganda

Kriteria Soal Pilihan Ganda	Skor
Jika menjawab benar	1
Jika menjawab salah	0
Skor Total	20

Pedoman Penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{20} \times 100$$

B. Soal Essay

No. Soal	Aspek	Indikator	Skor
1 (a)	1. Menjelaskan fungsi sentromer.	- Setiap menjawab jawaban benar	1
	2. Menjelaskan fungsi telomer.	- Jika menjawab salah	0
(Skor 2)			
1 (b)	1. Menyebutkan nama species yang memiliki kromosom pada gambar.	- Setiap menjawab jawaban benar	1
	2. Menjelaskan jumlah kromosom pada spesies <i>Drosophila melanogaster</i> beserta gonosomnya (XX) dan (XY).	- Jika menjawab salah	0
(Skor 2)			
2.	1. Menjelaskan 4 tahapan mekanisme replikasi DNA secara runtut.	- Setiap menjawab jawaban benar	1
	2. Menjelaskan 3 tahapan mekanisme replikasi DNA secara runtut.	- Jika menjawab salah	0
	3. Menjelaskan 2 tahapan mekanisme replikasi DNA secara runtut.		
	4. Menjelaskan 1 tahapan mekanisme replikasi DNA secara runtut.		
(Skor 4)			
3	1. Menjelaskan fungsi mRNA.	- Setiap menjawab jawaban benar	1
	2. Menjelaskan fungsi tRNA.	- Jika menjawab salah	0
	3. Menjelaskan fungsi rRNA.		
	4. Menjelaskan peran dari 3 RNA tersebut dalam proses sintesis protein.		

No. Soal	Aspek	Indikator	Skor
	(Skor 4)		
4	1. Tabel perbandingan bentuk DNA dan RNA. 2. Tabel perbandingan fungsi DNA dan RNA. 3. Tabel perbandingan letak DNA dan RNA. 4. Tabel perbandingan komponen penyusun DNA dan RNA. 5. Tabel perbandingan jenis basa nitrogen DNA dan RNA.	- Setiap menjawab jawaban benar 1 - Jika menjawab salah 0	1 0
	(Skor 5)		
5	1. Menjelaskan fungsi gen dalam pewarisan sifat. 2. Menjelaskan fungsi DNA dalam pewarisan sifat. 3. Menjelaskan fungsi RNA dalam pewarisan sifat. 4. Menjelaskan peran materi genetik dalam proses sintesis protein, sehingga terbentuk suatu sifat.	- Setiap menjawab jawaban benar 1 - Jika menjawab salah 0	1 0
	(Skor 4)		

Pedoman Penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{20} \times 100$$

Lampiran 16**KISI – KISI SOAL ULANGAN HARIAN**

Satuan Pendidikan : SMA

Mata Pelajaran : Biologi

Topik : Substansi Genetik

Kelas/ Semester : XII/ I (Gasal)

A. Soal Pilihan Ganda

Jumlah Soal : 20 soal

Alokasi Waktu : 25 menit

No.	KD	Materi	Indikator	Nomor Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban
1.	3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup.	Substansi Genetik	3.3.1 Mengidentifikasi struktur kromosom.	1	C1	B
			1.3.3 Mendeteksi pasangan kariotipe pada manusia.	4, 20	C4	D, C

No.	KD	Materi	Indikator	Nomor Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban
			1.3.4 Mendiferensiasikan fungsi gen dan alel.	2, 3, 19	C4	C, B, D
			1.3.5 Mengidentifikasi struktur dan model replikasi DNA.	5, 8, 10	C1	D, E, C
			3.3.7 Mengidentifikasi struktur RNA.	6, 7	C4	A, D
			3.3.9 Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA.	11	C5	B
			3.3.10 Menguraikan proses transkripsi dan translasi dalam sintesis protein.	9, 12, 13, 14, 16, 17	C4	E, E, A, B, A, A
			3.3.11 Menentukan jenis asam amino yang dihasilkan dalam sintesis protein.	15, 18	C2	E, C

B. Soal Essay

Jumlah Soal : 5 soal

Alokasi Waktu : 20 menit

No.	KD	Materi	Indikator	Nomor Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban
1.	3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip	Substansi Genetik	3.3.1 Mengidentifikasi struktur kromosom.	1 (a)	C1	<p>X = sentromer, berfungsi menghubungkan dua kromonema dan berperan dalam pembelahan sel.</p> <p>Y = telomer atau lengan kromosom, berfungsi untuk mencegah ujung kromosom menempel dengan kromosom lain serta melindungi ujung kromosom yang berisi DNA agar tidak terurai.</p>

No.	KD	Materi	Indikator	Nomor Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban
	pewarisan sifat pada makhluk hidup.		3.3.2 Mengorganisasikan bentuk dan jenis kromosom.	1 (b)	C4	<p>Gambar tersebut merupakan kromosom dari lalat buah (<i>Drosophila melanogaster</i>).</p> <p>Jumlah kromosom pada <i>Drosophila melanogaster</i> jantan dan betina sebanyak 4 pasang terdiri atas autosom dan gonosom (XX) dan (XY).</p>
			1.3.6 Menyimpulkan mekanisme replikasi DNA.	2	C5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Helikase membuka heliks ganda DNA lama, kemudian protein pengikat untai tunggal menstabilkan DNA lama yang terbuka. 2. Untai utama (<i>leading strand</i>) disintesis secara terus – menerus pada arah 5' → 3' oleh DNA polimerase. Pembentukan <i>leading strand</i> dimulai dari satu primer RNA

No.	KD	Materi	Indikator	Nomor Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban
						<p>yang disintesis oleh enzim primase. DNA polimerase kemudian menggantikan nukleotida primer RNA dengan DNA.</p> <p>3. DNA polimerase bekerja di sepanjang cetakan yang jauh dari cabang replikasi. Untai DNA yang disintesis disebut <i>lagging strand</i> (untai lamban). <i>Lagging strand</i> disintesis secara tidak kontinu. Enzim primase menyintesis primer – primer RNA pendek yang kemudian diperpanjang oleh DNA polimerase membentuk fragmen Okazaki.</p> <p>4. Setelah primer RNA diganti menjadi DNA, DNA ligase menggabungkan</p>

No.	KD	Materi	Indikator	Nomor Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban
			1.3.7 Mengkorelasikan hubungan gen, kromosom, DNA, RNA.	5	C4	<p>fragmen Okazaki ke untai yang sedang tumbuh.</p> <p>Kromosom terdiri dari DNA yang terangkai secara bersambung membentuk spiral. Setiap DNA akan membawa kode genetik atau gen. Gen berfungsi menentukan karakteristik suatu makhluk hidup. Gen kemudian mengkodekan pembuatan protein tertentu pada proses sintesis protein yang dibantu oleh tiga jenis RNA (mRNA, tRNA, rRNA). mRNA berfungsi membawa kodon dari kromosom menuju ribosom, tRNA berfungsi membawa asam amino ke ribosom, rRNA</p>

No.	KD	Materi	Indikator	Nomor Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban
						berfungsi sebagai penyelaras atau mesin perakitan polipeptida yang bergerak ke satu arah sepanjang mRNA. Melalui sintesis protein, akan dihasilkan protein yang berperan dalam pembentukan struktur dan organ tubuh suatu organisme.
			3.3.8 Menganalisis fungsi jenis – jenis RNA.	3	C4	<p>a) mRNA berfungsi membawa transkrip gen yang mengkodekan untuk protein fungsional tertentu, dari inti ke ribosom selama proses sintesis protein.</p> <p>b) tRNA berfungsi membawa asam amino ke ribosom selama penerjemahan mRNA menjadi</p>

No.	KD	Materi	Indikator	Nomor Soal	Ranah Kognitif	Kunci Jawaban																																
						<p>protein dalam proses sintesis protein.</p> <p>c) rRNA berfungsi dalam pembentukan ribosom bersama dengan protein ribosom selama proses sintesis protein.</p>																																
			3.3.9 Membandingkan komponen penyusun DNA dan RNA.	4	C5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>OBJEK</th> <th>DNA</th> <th>RNA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Letak</td> <td>Inti sel</td> <td>Inti sel, sitoplasma, ribosom</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bentuk</td> <td>Pita spiral ganda</td> <td>Pita tunggal</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Komponen gula</td> <td>Deoksiribosa</td> <td>Ribosa</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Ukuran</td> <td>Sangat panjang</td> <td>Pendek</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Basa nitrogen</td> <td>Purin : Adenin, Guanin Pirimidin : Sitosin, Timin</td> <td>Purin : Adenin, Guanin Pirimidin : Sitosin, Urasil</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Kadar</td> <td>Tidak dipengaruhi oleh kecepatan sintesis protein</td> <td>Berubah-ubah menurut kecepatan sintesis protein</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Fungsi</td> <td>Mengendalikan faktor keturunan dan sintesis protein</td> <td>Sintesis protein</td> </tr> </tbody> </table>	NO	OBJEK	DNA	RNA	1	Letak	Inti sel	Inti sel, sitoplasma, ribosom	2	Bentuk	Pita spiral ganda	Pita tunggal	3	Komponen gula	Deoksiribosa	Ribosa	4	Ukuran	Sangat panjang	Pendek	5	Basa nitrogen	Purin : Adenin, Guanin Pirimidin : Sitosin, Timin	Purin : Adenin, Guanin Pirimidin : Sitosin, Urasil	6	Kadar	Tidak dipengaruhi oleh kecepatan sintesis protein	Berubah-ubah menurut kecepatan sintesis protein	7	Fungsi	Mengendalikan faktor keturunan dan sintesis protein	Sintesis protein
NO	OBJEK	DNA	RNA																																			
1	Letak	Inti sel	Inti sel, sitoplasma, ribosom																																			
2	Bentuk	Pita spiral ganda	Pita tunggal																																			
3	Komponen gula	Deoksiribosa	Ribosa																																			
4	Ukuran	Sangat panjang	Pendek																																			
5	Basa nitrogen	Purin : Adenin, Guanin Pirimidin : Sitosin, Timin	Purin : Adenin, Guanin Pirimidin : Sitosin, Urasil																																			
6	Kadar	Tidak dipengaruhi oleh kecepatan sintesis protein	Berubah-ubah menurut kecepatan sintesis protein																																			
7	Fungsi	Mengendalikan faktor keturunan dan sintesis protein	Sintesis protein																																			

Lampiran 17**TUGAS KETERAMPILAN PRODUK****JUDUL : MEMBUAT MODEL/CHARTA ATAU POSTER****SIMULASI PROSES SINTESIS PROTEIN**

Kelas	:
Kelompok	:
Nama/ No. Absen	:
1.	.....
2.	.....
3.	.....
4.	.....

Tujuan :

- 4.3.1 Melalui penugasan proyek secara berkelompok, peserta didik dapat merancang model simulasi proses sintesis protein disertai peran DNA dan RNA (mRNA, tRNA, rRNA).
- 4.3.2 Melalui penugasan proyek secara berkelompok, peserta didik dapat mempresentasikan model/charta atau poster model simulasi proses sintesis protein yang dihasilkan.

Alat dan Bahan :

1. Kertas A3 (warna bebas)
2. Karton tebal
3. Karton tipis
4. Pensil
5. Penggaris
6. Kertas warna warni
7. Gunting

8. Cutter
9. Lem/ Double tape
10. Benang

Langkah kerja :

1. Buatlah 2 bagian pada kertas A3 untuk proses transkripsi dan translasi.
2. Potong kertas warna – warni dalam beberapa bentuk kemudian lapiasi dengan kertas karton tipis pada bagian belakang.
 - a. DNA template
 - b. Ribosom subunit kecil
 - c. Ribosom subunit besar
 - d. mRNA
 - e. tRNA
 - f. Potongan triplet basa nitrogen mRNA
 - g. Potongan triplet basa nitrogen tRNA
3. Tempel potongan kertas warna warni pada kertas A3, kecuali ribosom subunit kecil dan ribosom subunit besar (disesuaikan untuk proses translasi dan transkripsi).
4. Tempel kertas A3 pada karton tebal agar poster tegak.
5. Beri dua lubang pada karton di ujung – ujung proses translasi!
6. Masukkan benang pada lubang tersebut.
7. Tempel ribosom subunit kecil dan subunit besar pada masing – masing benang.
8. Ikat benang pada tiap ribosom pada bagian belakang poster.
9. Silahkan cari sumber referensi dari google/ youtube.
10. Buatlah charta/poster semenarik mungkin sesuai kreativitas kalian.

Selamat mengerjakan ☺

Lampiran 18**LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN (PSIKOMOTORIK)****JUDUL : MEMBUAT MODEL/CHARTA SIMULASI PROSES SINTESIS
PROTEIN**

Kelas	:	
Kelompok	:	
Nama/ No. Absen	:	
1.	.....
2.	.....
3.	.....
4.	.....

Keterangan Penilaian

4 = Sangat baik

3 = Baik

2 = Kurang baik

1 = Sangat kurang baik

A. Penilaian Keterampilan

Berilah tanda centang (√) skor pada tabel penilaian keterampilan sesuai bobot yang telah disediakan.

No	Aspek yang Dinilai	Nilai				Skor
		1	2	3	4	
1	Orisinil Karya					
2	Isi					
3	Desain					
4	Bahasa					
Total Skor						

B. Rubrik Penilaian Keterampilan

No	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	Indikator	Skor	Bobot
1	Orisinil Karya	1. Desain model/charta/poster dibuat secara mandiri sesuai kreativitas kelompok. 2. Model/charta/poster dibuat sendiri tanpa plagiarisme sesuai kreativitas kelompok. 3. Sumber data dicantumkan pada model/charta/poster yang dibuat. 4. Pemilihan warna dan bahasa dilakukan secara mandiri sesuai kreativitas kelompok.	Peserta didik dapat memenuhi 4 aspek.	4	10%
			Peserta didik dapat memenuhi 3 aspek.	3	
			Peserta didik dapat memenuhi 2 aspek.	2	
			Peserta didik dapat memenuhi 1 aspek.	1	
			Peserta didik tidak dapat memenuhi semua aspek.	0	

No	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	Indikator	Skor	Bobot
2	Isi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kesesuaian gambar dengan materi. 2. Informasi yang disampaikan valid. 3. Tidak ada kesalahan dalam penulisan. 4. Tidak ada miskonsepsi. 	Peserta didik dapat memenuhi 4 aspek.	4	40%
			Peserta didik dapat memenuhi 3 aspek.	3	
			Peserta didik dapat memenuhi 2 aspek.	2	
			Peserta didik dapat memenuhi 1 aspek.	1	
			Peserta didik tidak dapat memenuhi semua aspek.	0	
3	Desain	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kesesuaian warna antara background dengan gambar dan tulisan. 2. Keseimbangan gambar, tulisan, dan ruang pada media. 3. Tulisan dapat dibaca dengan jelas. 4. Gambar dapat dilihat dengan jelas 	Peserta didik dapat memenuhi 4 aspek.	4	30%
			Peserta didik dapat memenuhi 3 aspek.	3	
			Peserta didik dapat memenuhi 2 aspek.	2	
			Peserta didik dapat memenuhi 1 aspek.	1	
			Peserta didik tidak dapat memenuhi semua aspek.	0	

No	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	Indikator	Skor	Bobot
4	Kualitas media	1. Ukuran tidak terlalu besar atau kecil. 2. Mudah digunakan. 3. Tidak terlalu tipis. 4. Tidak mudah robek.	Peserta didik dapat memenuhi 4 aspek.	4	20%
			Peserta didik dapat memenuhi 3 aspek.	3	
			Peserta didik dapat memenuhi 2 aspek.	2	
			Peserta didik dapat memenuhi 1 aspek.	1	
			Peserta didik tidak dapat memenuhi semua aspek.	0	
Total				16	100%

Pedoman Penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{(\text{Skor} \times \text{Bobot})}{4} \times 100$$

Nilai	Predikat	Simbol
80 < A < 100	Sangat Baik	A
70 < B < 79	Baik	B
60 < C < 69	Cukup	C
D < 60	Kurang Baik	D

Lampiran 19

SURAT IZIN KEGIATAN WAWANCARA



**JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
(J P M I P A)
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SANATA DHARMA**

Kampus III USD, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman 55284 Telp. (0274) 883037 ; 883968

Nomor : 409/Obsv/Kajur/USD/IX/2019

Lamp. : -----

Hal : *Permohonan Ijin*

Kepada
Yth. Kepala Sekolah
SMA N 1 Ngaglik
Jl. Palagan Tentara Pelajar , Kayunan, Donoharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta 55581

Dengan hormat,
Dalam rangka pelaksanaan tugas perkuliahan bagi mahasiswa S1 Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Sanata Dharma, kami bermaksud melibatkan mahasiswa pada September 2019 untuk melakukan Observasi dan Wawancara Analisis Kebutuhan di SMA N 1 Ngaglik.

Berkaitan dengan itu, kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberi ijin bagi mahasiswa kami sebagai berikut:

Program Studi : Pendidikan Biologi
Matakuliah : Rancangan Research and Development

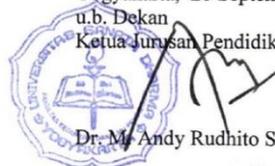
Daftar Mahasiswa sebagai berikut :

No.	Nama Mahasiswa	Nomor Mahasiswa
1.	Putri Kumala Rahmawati	161434076
2.	Ghina Salsabila	161434084
3.	Restiningtyas Haryati	161434019
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

Demikian surat permohonan kami, atas perhatian dan kerjasamanya kami mengucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 20 September 2019

u.b. Dekan
Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



Dr. M. Andy Rudhito S.Pd.

Tembusan:

1. Dekan FKIP

CP : 081392097952 (Ghina)



**JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
(J P M I P A)
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SANATA DHARMA**

Kampus III USD, Paingan, Maguwaharjo, Depok, Sleman 55284 Telp. (0274) 883037 ; 883968

Nomor : 454/Obsv/Kajur/USD/IX/2019

Lamp. : -----

Hal : *Permohonan Ijin*

Kepada

Yth. Kepala Sekolah

SMA Negeri 2 Playen

Jalan Yogyakarta - Wonosari, Logandeng, Playen, Plembun Kidul, Logandeng, Kec.

Playen, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55861

Dengan hormat,

Dalam rangka pelaksanaan tugas perkuliahan bagi mahasiswa S1 Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Sanata Dharma, kami bermaksud melibatkan mahasiswa pada September 2019 untuk melakukan Observasi dan Wawancara Analisis Kebutuhan di SMA Negeri 2 Playen.

Berkaitan dengan itu, kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberi ijin bagi mahasiswa kami sebagai berikut:

Program Studi : Pendidikan Biologi

Matakuliah : Rancangan Research and Development

Daftar Mahasiswa sebagai berikut :

No.	Nama Mahasiswa	Nomor Mahasiswa
1.	Ghina Salsabila	161434084
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

Demikian surat permohonan kami, atas perhatian dan kerjasamanya kami mengucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 27 September 2019

u.b. Dekan

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



Dr. M. Andy Rudhito S.Pd.

Tembusan:

1. Dekan FKIP

CP : 081392097952 (Ghina)



**JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
(J P M I P A)
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SANATA DHARMA**

Kampus III USD, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman 55284 Telp. (0274) 883037; 883968

Nomor : 423/Obsv/Kajur/USD/IX/2019

Lamp. : -----

Hal : *Permohonan Ijin*

Kepada

Yth. Kepala Sekolah

SMA BOPKRI 1 Yogyakarta

Jl. Wardhani No. 2, Kotabaru, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55224

Dengan hormat,

Dalam rangka pelaksanaan tugas perkuliahan bagi mahasiswa S1 Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Sanata Dharma, kami bermaksud melibatkan mahasiswa pada September 2019 untuk melakukan Observasi dan Wawancara Analisis Kebutuhan di SMA BOPKRI 1 Yogyakarta.

Berkaitan dengan itu, kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberi ijin bagi mahasiswa kami sebagai berikut:

Program Studi : Pendidikan Biologi

Matakuliah : Rancangan Research and Development

Daftar Mahasiswa sebagai berikut :

No.	Nama Mahasiswa	Nomor Mahasiswa
1.	Florentina Budi Ardiani	161434018
2.	Restiningtyas Haryati	161434019
3.	Vincentia Lois Agatha	161434032
4.	Cheronita Maria	161434056
5.	Oktafina Mone	161434051
6.	Fransiska Salupra	161434075
7.	Maria Kleofania Adja	161434049
8.	Ghina Salsabila	161434084
9.		

Demikian surat permohonan kami, atas perhatian dan kerjasamanya kami mengucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 23 September 2019

u.b. Dekan

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Dr. M. Andy Rudhito S.Pd.

Tembusan:

1. Dekan FKIP

CP : 081392097952 (Ghina)



**JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
(J P M I P A)
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SANATA DHARMA**

Kampus III USD, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman 55284 Telp. (0274) 883037 ; 883968

Nomor : 488/Obsv/Kajur/USD/X/2019

Lamp. : -----

Hal : **Permohonan Ijin**

Kepada

Yth. Kepala Sekolah

SMA Stella Duce 2 Yogyakarta

Jl. Doktor Sutomo No.16, Baciro, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah

Istimewa Yogyakarta 55225

Dengan hormat,

Dalam rangka pelaksanaan tugas perkuliahan bagi mahasiswa S1 Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Sanata Dharma, kami bermaksud melibatkan mahasiswa pada Oktober 2019 untuk melakukan Observasi dan Wawancara Analisis Kebutuhan di SMA Stella Duce 2 Yogyakarta.

Berkaitan dengan itu, kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberi ijin bagi mahasiswa kami sebagai berikut:

Program Studi : Pendidikan Biologi

Matakuliah : Rancangan Research and Development

Daftar Mahasiswa sebagai berikut :

No.	Nama Mahasiswa	Nomor Mahasiswa
1.	Restiningtyas Haryati	161434019
2.	Glorry Ayu Sabatini	161434046
3.	Ghina Salsabila	161434084
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

Demikian surat permohonan kami, atas perhatian dan kerjasamanya kami mengucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 7 Oktober 2019

u.b. Dekan

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



Dr. M. Andy Rudhito S.Pd.

Tembusan:

1. Dekan FKIP

CP : 081392094952 (Ghina)

Lampiran 20**ANGKET VALIDASI KELAYAKAN MATERI OLEH AHLI**

Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Buku *Pop Up* Pada Materi Genetik Untuk Peserta Didik Kelas XII SMA

Penyusun : Ghina Salsabila

Pembimbing : Ika Yuli Listyarini, M.Pd

Instansi : Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma

Identitas Validator

Nama : Y.M. Lauda Feroniasanti, M.Si.

NIP : NPP P. 2409

Instansi : PBio USD

Petunjuk

1. Mohon Bapak/ Ibu untuk memberikan penilaian objektif terhadap kevalidan media pembelajaran buku *pop up* ini meliputi aspek – aspek dalam tabel.
2. Berilah tanda centang (✓) pada hasil penilaian dan skor sesuai bobot yang telah disediakan.
3. Apabila perlu ada revisi, mohon Bapak/Ibu menuliskan saran revisi pada kolom komentar dan catatan.

Keterangan Penilaian

- 4 = Sangat baik
- 3 = Baik
- 2 = Kurang baik
- 1 = Sangat kurang baik

A. Tujuan

Lembar validasi bertujuan untuk mengetahui kevalidan media pembelajaran berupa buku *pop up* pada materi Materi Genetik untuk kelas XII SMA.

B. Tabel Validasi

Aspek yang Dinilai	Indikator	Skor Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
A. Aspek Isi Materi	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar			√		
	2. Kesesuaian dengan Indikator Pencapaian Kompetensi dan RPP			√		
	3. Kebenaran substansi dalam materi pembelajaran		√			Tidak ditemukan sumber pustaka yang digunakan
	4. Keakuratan ilustrasi pada materi pembelajaran		√			Terdapat kesalahan gambar dan gambar ilustrasi yang kurang lengkap.
	5. Kelengkapan informasi pada materi pembelajaran			√		
	6. Kesesuaian materi dengan tingkat berpikir peserta didik kelas XII SMA			√		
	7. Kesesuaian media pembelajaran dengan perkembangan ilmu			√		
Total Aspek Isi Materi		19				

Aspek yang Dinilai	Indikator	Skor Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
B. Aspek Kelengkapan Penyajian	1. Pendahuluan				√	
	2. Langkah langkah penggunaan buku				√	
	3. Evaluasi pembelajaran berupa soal – soal		√			Soal evaluasi belum mencapai level pada IPK
Total Aspek Kelengkapan Penyajian		10				

<p>Rubrik Penilaian :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sangat kurang, tidak memenuhi kriteria atau tidak ada. 2. Sedang, ada, tidak memenuhi kriteria. 3. Cukup baik, ada, memadai, memenuhi kriteria. 4. Sangat baik, ada, sangat memadai, memenuhi kriteria dan bagus.

Jumlah keseluruhan item = 10
Jumlah skor yang diperoleh = Total A + Total B = 19 + 10 = 29
Rata – Rata = Jumlah skor yang diperoleh / jumlah keseluruhan item = 2.9

- Catatan dan saran :
- Terdapat kesalahan penulisan, penggunaan kata depan dan kata sambung, ejaan, dsb. Perhatikan penggunaan tanda baca.
 - Gambar bentuk kromosom submetasentrik tidak tepat
 - Keterangan gambar bisa diberikan secara lengkap
 - Kariotipe kurang tepat. Pilih salah satu akan pakai XX atau XY, namun tidak keduanya dihadirkan bersama-sama. Seakan-akan menjadi jumlah kromosomnya adalah 48.
 - Mana yang benar, Gen Aktif atau Gen Ekspresif? Antara judul dan konten berbeda.
 - “Saat masih zigot, kekuatan gen pada suatu individu adalah sama” – ini kurang tepat ya. Sejak dari awal pertumbuhan, aktivasi gen-gen itu selalu bergantian sesuai dengan letak sel dan tahapan perkembangan.
 - Gambar alel pada Pop-up, sebaiknya untuk menunjukkan sifat alternative, bisa dibuat bermacam macam pasangan alel pada kromosom homolog, bisa BB, Bb, dan bb.
 - Model Replikasi DNA: typo, seharusnya Dispersif. Typo pada istilah-istilah biologi bisa menyebabkan kesalahan pemahaman.
 - Mekanisme replikasi DNA: untai DNA dilengkapi dengan keterangan ujung untai, karena hal itu yang menentukan jalannya replikasi dengan leading strand atau lagging strand (belum ada, bisa ditambahkan). Diperbaiki untuk proses nya karena pada gambar masih tampak sama antara kedua untai.
 - Konsisten dalam penggunaan istilah: polinukleotida atau DNA atau RNA?

- Kalimat definisi RNA belum selesai, sehingga tidak lengkap
- Perhatikan penulisan molekul kimia (Misal PO_4^{3-})
- Gambaran umum rRNA: apakah rRNA memiliki anticodon?
- Definisi sintesis protein: apakah protein adalah "partikel"? Perlu diperjelas maksud "pengaruh DNA" dalam definisi tersebut.
- Soal evaluasi PG no 2: tidak ada opsi jawabannya
- Soal evaluasi PG no 3: apakah opsi D memang dibuat sama antara DNA dan RNA?
- Soal evaluasi PG no 4: konsistensi penyebutan, jika menyebut RNA data maka ditingkatnya adalah RNAd (bukan dRNA), dan penyebutan untuk tRNA juga harus disesuaikan. Konsisten cara penulisan untuk keseluruhan isi materi supaya tidak membingungkan.
- Soal evaluasi PG no 5: jika pertanyaannya adalah jumlah dan jenis asam amino, maka STOP tidak perlu dimasukkan dalam opsi jawaban, karena STOP bukan asam amino.
- Soal evaluasi Uraian no 2: penulisan nama ilmiah perlu diperbaiki
- IPK 3.3.5 dan 3.3.6 masih sebatas pemahaman materi (berdasarkan RPP dan LKPD)

Kesimpulan Penilaian

Petunjuk : Berilah tanda centang (√) pada salah satu pilihan nomor di bawah ini.

No	Statement	Pilihan (√)
1	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> layak diuji coba tanpa revisi.	
2	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> layak diuji coba dengan revisi.	√
3	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> tidak layak diujicobakan di lapangan.	

Yogyakarta, 1 Oktober 2021

Mengetahui,

Validator



YM Lauda Feroniasanti, M.Si.

NPP. P. 2409

Lampiran 21

ANGKET VALIDASI KELAYAKAN MEDIA PEMBELAJARAN OLEH AHLI

Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Buku *Pop Up* Pada Materi Genetik Untuk Peserta Didik Kelas XII SMA

Penyusun : Ghina Salsabila

Pembimbing : Ika Yuli Listyarini, M.Pd

Instansi : Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma

Identifikasi Validator

Nama : Maslichah Ay'ani

NIP : P. 912

Instansi : P. Bio Univ. Sanata Dharma

Petunjuk

1. Mohon Bapak/ Ibu untuk memberikan penilaian objektif terhadap kevalidan media pembelajaran buku *pop up* ini meliputi aspek – aspek dalam tabel.
2. Berilah tanda centang (✓) pada hasil penilaian dan skor sesuai bobot yang telah disediakan.
3. Apabila perlu ada revisi, mohon Bapak/Ibu menuliskan saran revisi pada kolom komentar dan catatan.

Keterangan Penilaian

- 4 = Sangat baik
- 3 = Baik
- 2 = Kurang baik
- 1 = Sangat kurang baik

A. Tujuan

Lembar validasi bertujuan untuk mengetahui kevalidan media pembelajaran berupa buku *pop up* pada materi Materi Genetik untuk kelas XII SMA.

B. Tabel Validasi

Aspek yang Dinilai	Indikator	Skor Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
A. Aspek Tampilan Produk	1. Keseuaian materi dengan gambar.			✓		
	2. Kualitas bahan tidak mudah robek.				✓	
	3. Ukuran produk sesuai dengan kebutuhan.				✓	
	4. Komposisi warna yang menarik			✓		Di beberapa tempat warna kurang kontras
	5. Kesesuaian dalam pemilihan font dan ukuran font sehingga tulisan terbaca dengan jelas.				✓	
	6. Tampilan produk meningkatkan minat belajar peserta didik.			✓		
Total Aspek Tampilan Produk				9 + 12 = 21		
B. Aspek Cara Penggunaan	1. Kejelasan petunjuk penggunaan.			✓		Beberapa kegiatan perlu petunjuk pada pop up nya.
	2. Keruntutan konsep media.				✓	
	3. Keterkaitan antara kegiatan belajar dengan media pembelajaran.			✓		
	4. Keterlibatan peserta didik dalam menggunakan media pembelajaran.				✓	
Total Aspek Cara Penggunaan				6 + 8 = 14		

Kesimpulan Penilaian

Petunjuk : Berilah tanda centang (√) pada salah satu pilihan nomor di bawah ini.

No	Statement	Pilihan (√)
1	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> layak diuji coba tanpa revisi.	
2	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> layak diuji coba dengan revisi.	✓
3	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> tidak layak diujicobakan di lapangan.	

Yogyakarta, 17 Sept. 2021

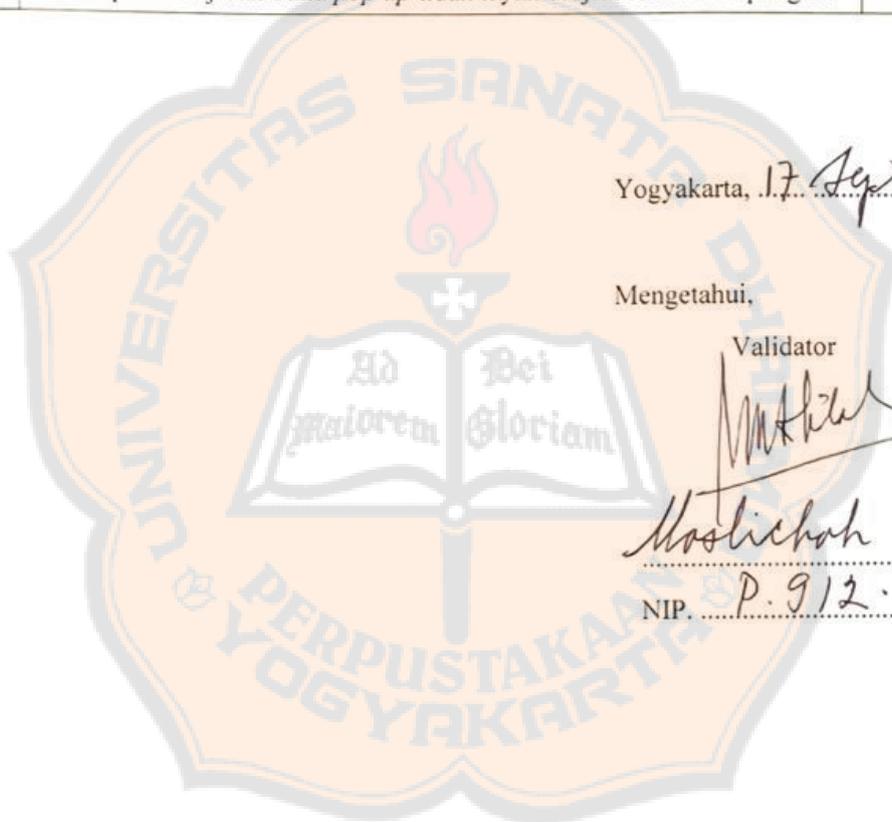
Mengetahui,

Validator



Mochlisoh Rajani

NIP. P. 912.



Lampiran 22**ANGKET VALIDASI OLEH PRAKTIISI**

Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Buku *Pop Up* Pada Materi Genetik Untuk Peserta Didik Kelas XII SMA
Penyusun : Ghina Salsabila
Pembimbing : Ika Yuli Listyarini, M.Pd
Instansi : Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma

Identitasi Validator

Nama : Dra. Nurullatun Ekaria
NIP : 196209201988032004
Instansi : SMAN 1 Wonosari

Petunjuk

1. Mohon Bapak/ Ibu untuk memberikan penilaian objektif terhadap kevalidan media pembelajaran buku *pop up* ini meliputi aspek – aspek dalam tabel.
2. Berilah tanda centang (✓) pada hasil penilaian dan skor sesuai bobot yang telah disediakan.
3. Apabila perlu ada revisi, mohon Bapak/Ibu menuliskan saran revisi pada kolom komentar dan catatan.

Keterangan Penilaian

4 = Sangat baik
3 = Baik
2 = Kurang baik
1 = Sangat kurang baik

A. Tujuan

Lembar validasi bertujuan untuk mengetahui kevalidan media pembelajaran berupa buku *pop up* pada materi Materi Genetik untuk kelas XII SMA.

B. Tabel Validasi

Aspek yang Diilai	Indikator	Hasil Penilaian dan Skor				Komentar
		1	2	3	4	
A. Aspek Isi Materi	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar				✓	
	2. Kesesuaian dengan Indikator Pencapaian Kompetensi dan RPP				✓	
	3. Kebenaran substansi dalam materi pembelajaran			✓		
	4. Keakuratan ilustrasi pada materi pembelajaran			✓		
	5. Kelengkapan informasi pada materi pembelajaran			✓		
	6. Kesesuaian materi dengan tingkat berpikir peserta didik kelas XII SMA				✓	
	7. Kesesuaian media pembelajaran dengan perkembangan ilmu				✓	
Total Aspek Isi Materi				9 + 16 = 25		
B. Aspek Kelengkapan Penyajian	1. Pendahuluan				✓	
	2. Langkah – langkah penggunaan buku				✓	

Aspek yang Dinilai	Indikator	Skor Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
	3. Evaluasi pembelajaran berupa soal soal				✓	
Total Aspek Kelengkapan Penyajian					12	
C. Aspek Tampilan Produk	1. Kesesuaian materi dengan gambar.				✓	
	2. Kualitas bahan tidak mudah robek.				✓	
	3. Ukuran produk sesuai dengan kebutuhan.				✓	
	4. Komposisi warna yang menarik				✓	
	5. Kesesuaian dalam pemilihan font dan ukuran font sehingga tulisan terbaca dengan jelas.				✓	
	6. Tampilan produk meningkatkan minat belajar peserta didik.				✓	
Total Aspek Tampilan Produk					24	
D. Aspek Cara Penggunaan	1. Kejelasan petunjuk penggunaan.				✓	
	2. Keruntutan konsep media.				✓	
	3. Ketertautan antara kegiatan belajar dengan media.				✓	
	4. Keterlibatan peserta didik dalam menggunakan media.				✓	
Total Aspek Cara Penggunaan					16	

Aspek yang Dinilai	Indikator	Skor Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
E. Aspek Kelayakan Bahasa	1. Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia.			✓		Ada beberapa kata kurang tepat.
	2. Penggunaan bahasa yang efektif dan efisien.			✓		
	3. Penggunaan bahasa yang komunikatif.				✓	
	4. Informasi yang disajikan sesuai fakta.			✓		
	5. Kalimat yang digunakan mendorong rasa ingin tahu.			✓		
Total Aspek Kelayakan Bahasa				12 + 4 = 16		

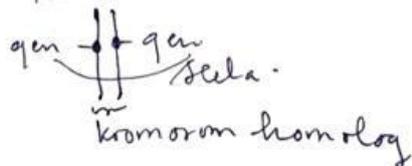
Rubrik Penilaian :

1. Sangat kurang, tidak memenuhi kriteria atau tidak ada.
2. Sedang, ada, tidak memenuhi kriteria.
3. Cukup baik, ada, memadai, memenuhi kriteria.
4. Sangat baik, ada, sangat memadai, memenuhi kriteria dan bagus.

Jumlah keseluruhan item = 25
Jumlah skor yang diperoleh = Total A + Total B + Total C + Total D + Total E = 93
Rata - Rata = Jumlah skor yang diperoleh / jumlah keseluruhan item = 3,72

Catatan dan saran :

1. Perlu perubahan untuk hal 3: Fungsi kromosom dengan jenis kromosom
2. Gambar bentuk kromosom untuk sub meta sentrik
3. Hal 3, untuk pengertian alel & Gen rjg. Setelah pada locus kromosom homolog.



Kesimpulan Penilaian

Petunjuk : Berilah tanda centang (√) pada salah satu pilihan nomor di bawah ini.

No	Statement	Pilihan (√)
1	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> layak diuji coba tanpa revisi.	
2	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> layak diuji coba dengan revisi.	✓
3	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> tidak layak diujicobakan di lapangan.	

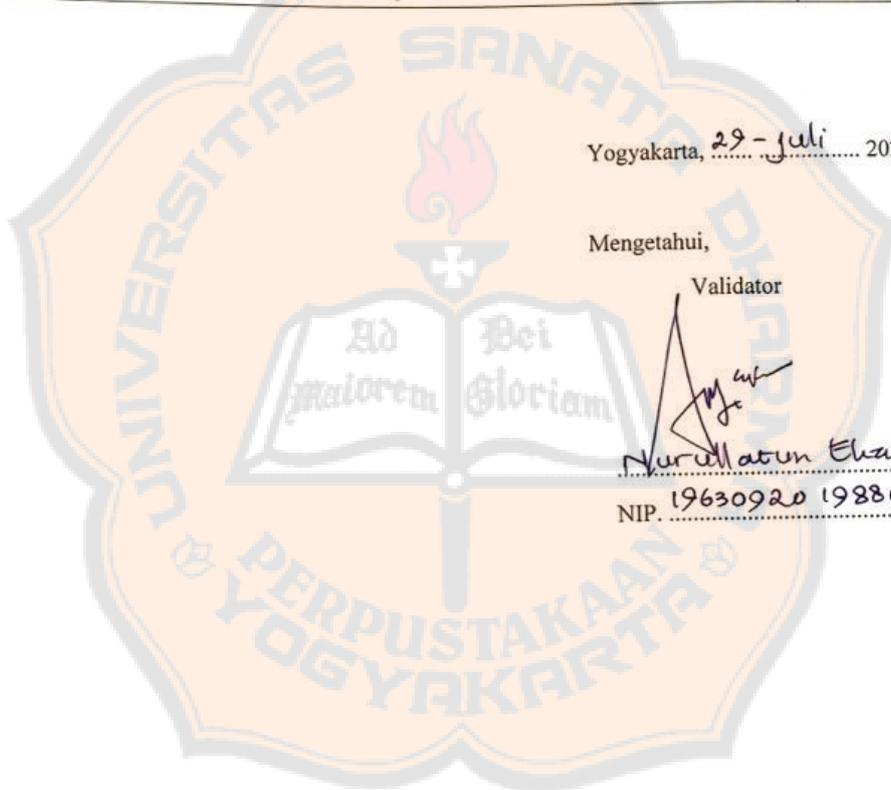
Yogyakarta, 29-juli..... 2021

Mengetahui,

Validator

Nurullatun Elharti

NIP. 19630920 198803 2004



Kromosom. (LKPDP?)

Fungsi Kromosom

Bentuk kromosom

Hal 3.

Bentuk kromosom

Gb. submetasentriki?

Hal 4.

Pasangan Kariotipe

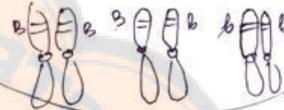
Hal 8.

Pengertian alel.

Gen terletak pada ~~lokus~~ kromosom homolog, pada lokus beresesuaian

Pasangan Gen atau Allel dari kromosom Homolog

Gb. dikawat sama?



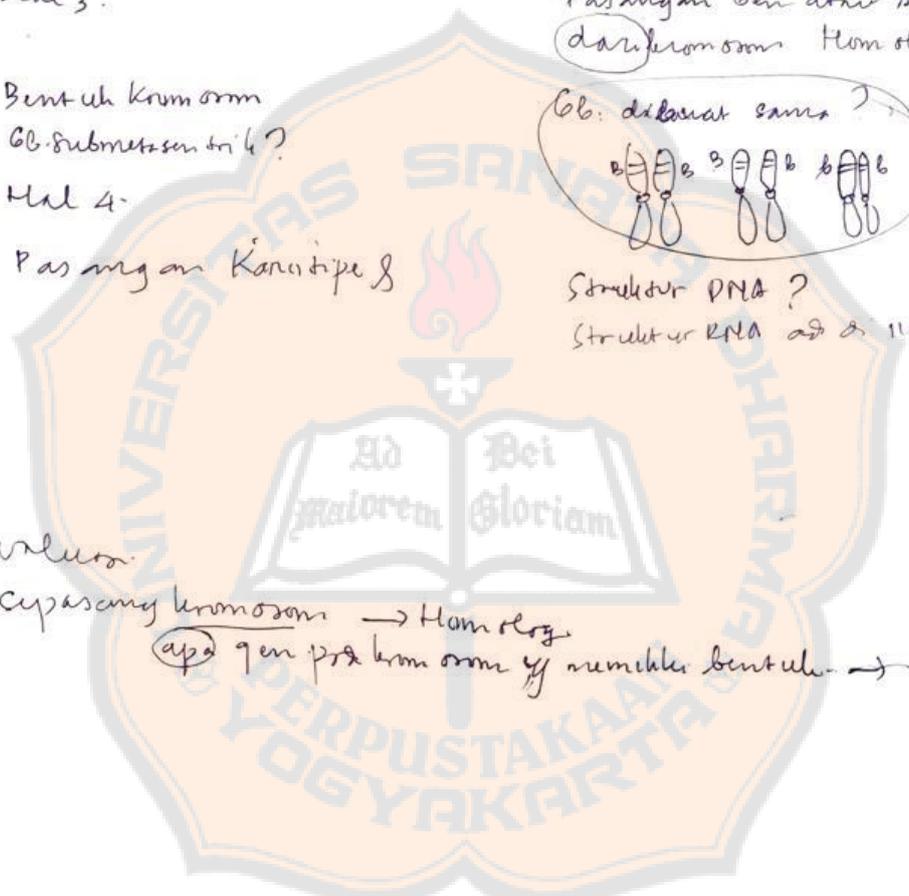
Struktur DNA?

Struktur RNA ad d. 11-12

Evaluasi.

2. Cepasany kromosom → Homolog

apa gen pada kromosom yg memiliki bentuk → Allel



Lampiran 23

ANGKET VALIDASI OLEH PRAKTISI

Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Buku *Pop Up* Pada Materi Genetik Untuk Peserta Didik Kelas XII SMA

Penyusun : Ghina Salsabila

Pembimbing : Ika Yuli Listyarini, M.Pd

Instansi : Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma

Identifikasi Validator

Nama : Drs. Gunardi

NIP : 196207171989031006

Instansi : SMA GAMA Yogyakarta
Depok Sleman

Petunjuk

1. Mohon Bapak/ Ibu untuk memberikan penilaian objektif terhadap kevalidan media pembelajaran buku *pop up* ini meliputi aspek – aspek dalam tabel.
2. Berilah tanda centang (✓) pada hasil penilaian dan skor sesuai bobot yang telah disediakan.
3. Apabila perlu ada revisi, mohon Bapak/Ibu menuliskan saran revisi pada kolom komentar dan catatan.

Keterangan Penilaian

4 = Sangat baik

3 = Baik

2 = Kurang baik

1 = Sangat kurang baik

A. Tujuan

Lembar validasi bertujuan untuk mengetahui kevalidan media pembelajaran berupa buku *pop up* pada materi Materi Genetik untuk kelas XII SMA.

B. Tabel Validasi

Aspek yang Dinilai	Indikator	Hasil Penilaian dan Skor				Komentar
		1	2	3	4	
A. Aspek Isi Materi	1. Kesesuaian dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar				✓	isi buku Pop up ini sangat sesuai dengan KI dan KD
	2. Kesesuaian dengan Indikator Pencapaian Kompetensi dan RPP				✓	isi buku Pop up ini juga sangat sesuai dengan IPK dan RPP
	3. Kebenaran substansi dalam materi pembelajaran			✓		Substansi dalam materi pembelajaran buku Pop up ini benar
	4. Keakuratan ilustrasi pada materi pembelajaran			✓		ilustrasi pada materi pembelajaran akurat.
	5. Kelengkapan informasi pada materi pembelajaran			✓		informasi pada materi pembelajaran lengkap
	6. Kesesuaian materi dengan tingkat berpikir peserta didik kelas XII SMA				✓	Materi sangat sesuai dengan tingkat berpikir Peserta Didik (Kls XII SMA)
	7. Kesesuaian media pembelajaran dengan perkembangan ilmu			✓		Media Pembelajaran sesuai dengan perkembangan ilmu
Total Aspek Isi Materi						12 + 12 = 24
B. Aspek Kelengkapan Penyajian	1. Pendahuluan				✓	Sangat lengkap
	2. Langkah-langkah penggunaan buku				✓	Langkah-langkah penggunaan buku sangat jelas.

Aspek yang Dinilai	Indikator	Skor Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
	3. Evaluasi pembelajaran berupa soal - soal			✓		Evaluasi pembelajaran lengkap
Total Aspek Kelengkapan Penyajian		3 + 8 = 11				
C. Aspek Tampilan Produk	1. Keseuaian materi dengan gambar.			✓		Materi dengan gambar sangat sesuai
	2. Kualitas bahan tidak mudah robek.			✓		Kualitas bahan sangat bagus
	3. Ukuran produk sesuai dengan kebutuhan.			✓		ukuran produk sangat sesuai dengan kebutuhan
	4. Komposisi warna yang menarik			✓		Komposisi warna sangat menarik
	5. Kesesuaian dalam pemilihan font dan ukuran font sehingga tulisan terbaca dengan jelas.			✓		Pemilihan font dan ukuran font sangat sesuai (pembaca sangat mudah untuk memahami)
	6. Tampilan produk meningkatkan minat belajar.			✓		buku Pop up ini sangat baik untuk meningkatkan minat belajar
Total Aspek Tampilan Produk		24				
D. Aspek Cara Penggunaan	1. Kejelasan petunjuk penggunaan.			✓		Petunjuk penggunaan sangat jelas.
	2. Keruntutan konsep media.			✓		Konsep media sangat runtut
	3. Keterkaitan antara kegiatan belajar dengan media.			✓		Kegiatan belajar sangat terkait dengan media.
	4. Keterlibatan peserta didik dalam menggunakan media.			✓		Peserta didik sangat terlibat dalam penggunaan media
Total Aspek Cara Penggunaan		16				

Aspek yang Dinilai	Indikator	Skor Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
E. Aspek Kelayakan Bahasa	1. Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia.				✓	Bahasa yg digunakan Sangat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
	2. Penggunaan bahasa yang efektif dan efisien.				✓	Penggunaan Bahasa Sangat efektif dan efisien
	3. Penggunaan bahasa yang komunikatif.				✓	Sangat komunikatif
	4. Informasi yang disajikan sesuai fakta.				✓	Informasi yang disajikan sangat sesuai dengan fakta
	5. Kalimat yang digunakan mendorong rasa ingin tahu.				✓	Penggunaan kalimat sangat mendorong rasa ingin tahu
Total Aspek Kelayakan Bahasa					20	

Rubrik Penilaian :

1. Sangat kurang, tidak memenuhi kriteria atau tidak ada.
2. Sedang, ada, tidak memenuhi kriteria.
3. Cukup baik, ada, memadai, memenuhi kriteria.
4. Sangat baik, ada, sangat memadai, memenuhi kriteria dan bagus.

Jumlah keseluruhan item = 25

Jumlah skor yang diperoleh = Total A + Total B + Total C + Total D + Total E = 95

Rata - Rata = Jumlah skor yang diperoleh / jumlah keseluruhan item = 3,8

Catatan dan saran :

Buku Pop up Materi genetik ini, dari berbagai aspek yang dinilai rata-rata "Sangat Baik". Hanya diperlukan sedikit revisi terutama pada aspek isi materi (kebenaran substansi, keakuratan dan kelengkapan informasi materi lebih di pertajam).

Kesimpulan Penilaian

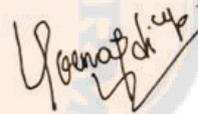
Petunjuk : Berilah tanda centang (✓) pada salah satu pilihan nomor di bawah ini.

No	Statement	Pilihan (✓)
1	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> layak diuji coba tanpa revisi.	
2	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> layak diuji coba dengan revisi.	✓
3	Media pembelajaran buku <i>pop up</i> tidak layak diujicobakan di lapangan.	

Yogyakarta, 27 - 8 - 2021

Mengetahui,

Validator



Drs. Gunardi

NIP. 196207171989031006

Lampiran 24

STORYBOARD DESAIN PRODUK

MEDIA POP-UP BOOK MATERI SUBSTANSI GENETIK

STORYBOARD

KD 3.3
MATERI : SUBSTANSI GENETIK

<p>COVER POP-UP BOOK</p>	<p>1. Judul : Pop-up Book Materi Substansi Genetik 2. Halaman : Cover 3. Komponen : - Cover Depan : 1. Logo USD 2. Gambar DNA 3. Gambar sel 4. Gambar sel 5. Nama peneliti 6. Animasi lain : menggunakan jar lab 7. Animasi perampukan menggunakan jar lab - Cover Belakang : 8. Ringkasan buku 9. Foto & Biografi Penulis 10. Informasi lain</p>
<p>HALAMAN 1-2</p>	<p>1. Judul : Pendahuluan 2. Halaman : 1-2 3. Komponen : 1. Animasi lain : menggunakan jar lab 2. Animasi perampukan menggunakan jar lab 3. Kalimat "pendahuluan"</p>
<p>HALAMAN 3-4</p>	<p>1. Judul : KROMOSOM 2. Halaman : 3-4 3. Komponen : 1. Gambar struktur kromosom (pop up 180°) 2. Pengebaran kromosom (pop up) 3. Fungsi kromosom (pop up) 4. Jumlah sentromer (pop up) 5. Letak sentromer (pop up 180°) 6. Kuis (pop up flap)</p>
<p>HALAMAN 5-6</p>	<p>1. Judul : PASANGAN KARIOTIP 2. Halaman : 5-6 3. Komponen : 1. Gambar kariotipe manusia yang belum lengkap (hanya sepasang) 2. Kuis 3. Amplop (pop up v. fold)</p>

HALAMAN 7-8

JUDUL

Gen adalah ...

Gen Aktif dan Gen Pasif

Alel adalah ...

Gen warna kulit
Gen tinggi badan
Gen warna mata
Gen golongan darah

Dominan Resesif

PASANGAN SEHOMOLOG

pop up 180°

Tarik

- * Judul = Gen dan Alel
- * Halaman = 7-8
- * Komponen =
 1. Pengertian Gen (flip flap)
 2. Gen Aktif & Gen Pasif (flip flap)
 3. Gambar Gen/Alel/genetika untuk mengisi space kosong (pop up 180°)
 4. ...
 5. Pengertian Alel
 6. Gambar Gen & Alelnya
 7. Pasangan Gen & Alel sehomolog (pop up 180°)

HALAMAN 9-10

JUDUL

Mekanisme Replikasi DNA

KUIS

pop up 180°

pop up 90°

pop up viallet

Tarik

- * Judul = DNA
- * Halaman = 9-10
- * Komponen =
 1. Mekanisme replikasi DNA + kuis (pop up 180°)
 2. Pengertian DNA (flip flap)
 3. Model replikasi DNA (flip flap)
 4. Model DNA (pop up 90°)
 5. Komponen penyusun DNA (pop up viallet)
 6. Kuis (pop up flaps)

HALAMAN 11-12

JUDUL

Mekanisme Transkripsi dan Translasi

KUIS

pop up 180°

Kodon 1
Kodon 2
Kodon 3

pop up 180°
pop up 180°
pop up 180°

Tarik

- * Judul = RNA
- * Halaman = 11-12
- * Komponen =
 1. Gambar RNA, (a) mRNA, (b) rRNA, (c) tRNA (pop up 180°)
 2. Pengertian RNA (flip flap)
 3. Komponen penyusun RNA (flip flap)
 4. Penjelasan mRNA (flip flap)
 5. Gambar mRNA
 6. Penjelasan + Gambar tRNA (pop up 180°)
 7. Penjelasan + Gambar rRNA (pop up 180°)
 8. KUIS (pop up flaps)

HALAMAN 13-14

JUDUL

Sintesis Protein

TRANSKRIPSI

TRANSLASI

DNA strand
mRNA

Protein

KUIS

KODE GENETIK

pop up sebagai wadah potongan gambar

Tarik

- * Judul = SINTESIS PROTEIN
- * Halaman = 13-14
- * Komponen =
 1. Pengertian sintesis protein
 2. Proses transkripsi
 3. Kuis: Proses transkripsi
 4. Amplop untuk pasangan basa nitrogen (pop up v-fold)
 5. KUIS (pop up flaps)
 6. Proses translasi
 7. Kuis proses translasi
 8. Kode genetik (pop up flaps)