



LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Data



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI,
SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
Jalan Udayana Nomor 11 Singaraja Bali
Laman: <http://ftk.undiksha.ac.id>

Nomor : 1435/UN48.11.1/KM/2025

Singaraja, 13 Juni 2025

Perihal : Surat Permohonan Pengambilan Data

Yth. Kepala SMA Negeri 1 Banjar
di tempat

Dengan hormat, sehubungan dengan proses penyelesaian Tugas Akhir/Skripsi, maka melalui surat ini kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan data yang terkait dengan data yang dibutuhkan. Adapun mahasiswa yang akan melakukan pengambilan data seperti tersebut di bawah ini:

Nama : Putu Ananda Pradnya Paramitha
NIM : 2115051006
Program Studi : Pendidikan Teknik Informatika
Jurusan : Teknik Informatika
Data yang dibutuhkan : Data mengenai pengembangan laboratorium virtual untuk praktikum simulasi Uji DNA, data wawancara mengenai proses pembelajaran di sekolah tentang Praktikum langsung simulasi uji DNA
Judul Penelitian : Pengembangan Multimedia Interaktif Praktikum Simulasi Uji DNA pada kelas XI di SMA Negeri 1 Banjar

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

an Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik,
Mede Winda Antara Kesiman
NIP 198211112008121001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA



1435

Jalan Udayana Singaraja-Bali Kode Pos 81116
Tlp. (0362) 22570 Fax. (0362) 25735
Laman: www.undiksha.ac.id

Nomor : 331/UN48.11.5/KM/2025
Perihal : Surat Permohonan Pengambilan Data
Lampiran : -

Singaraja, 13 Juni 2025

Yth. Dekan FTK
Universitas Pendidikan Ganesha
Di tempat

Dengan hormat,
Sehubungan dengan proses penyelesaian Tugas Akhir / Skripsi yang dilaksanakan oleh saudara mahasiswa:

Nama	: Putu Ananda Pradnya Paramitha
Nim	: 2115051006
Prodi/Jurusan	: Pendidikan Teknik Informatika / Teknik Informatika
Instansi yg ditujui	: SMA Negeri 1 Banjar
Jabatan Yang Dituju	: Kepala SMA Negeri 1 Banjar
Data Yang Dibutuhkan	: Data mengenai pengembangan laboratorium virtual untuk praktikum simulasi uji DNA, data wawancara mengenai proses pembelajaran di sekolah tentang praktikum langsung simulasi uji DNA
Judul	: Pengembangan Multimedia Interaktif Praktikum Simulasi Uji Dna Pada Kelas Xi Di Sma Negeri 1 Banjar

Bersama ini kami mohonkan kepada Bapak untuk berkenan memfasilitasi kebutuhan data untuk Tugas Akhir / Skripsi mahasiswa yang bersangkutan.
Demikian kami sampaikan. Atas perhatian dan kerjasama Bapak, kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Informatika,



Putu Hendra Suputra
NIP. 198212222006041001



Balai
Sertifikasi
Elektronik

Catatan :

- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 ayat 1 ("Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah")
- Dokumen ini tertanda ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BnE
- Surat ini dapat dibuktikan keasliannya dengan menggunakan qr code yang telah tersedia

Lampiran 2. Hasil Wawancara Guru

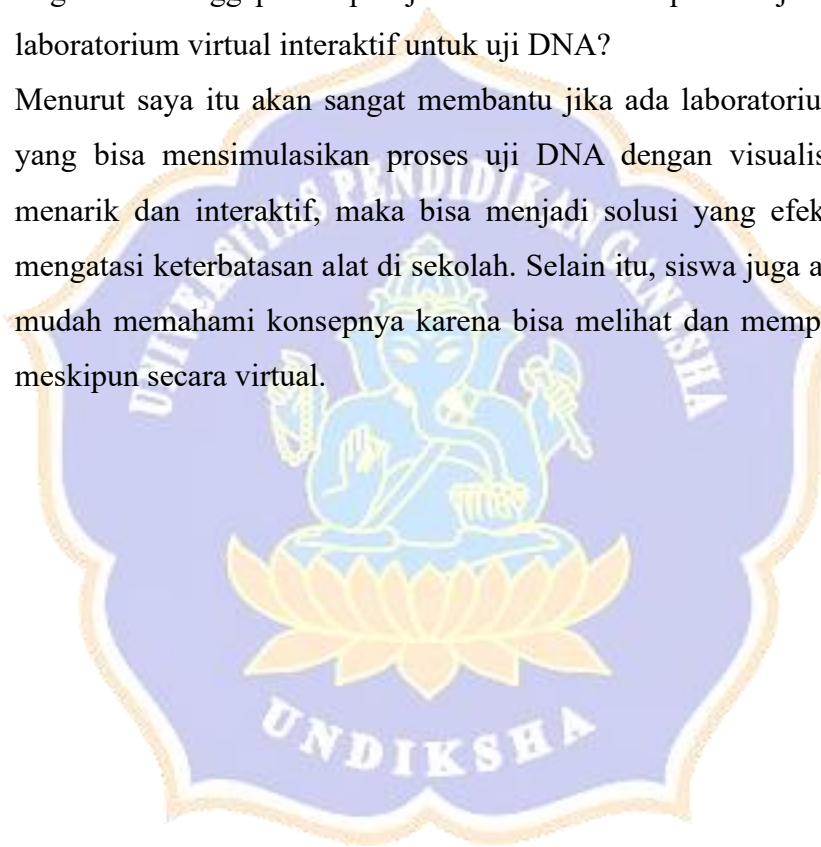
HASIL WAWANCARA GURU

Responden Guru: I Wayan Mardikayasa, S.Pd.

Hari/Tanggal : 13 Februari 2025

- Q : Bagaimana pelaksanaan pembelajaran biologi di kelas XI khususnya pada materi genetik dan praktikum uji DNA?
- A : Pelaksanaan pembelajaran biologi di kelas XI untuk materi genetik, khususnya di praktikum uji DNA, sebenarnya sangat menarik untuk dikaji secara praktikum. Namun kenyataannya, kami sering mengalami kendala dalam pelaksanaan praktikum tersebut karena disebabkan oleh keterbatasan alat dan bahan di laboratorium, sehingga menghambat kami dalam melakukan praktikum bahkan kadang digantikan dengan penjelasan teori saja.
- Q : Apa saja kendala utama yang dihadapi dalam melaksanakan praktikum simulasi uji DNA di sekolah?
- A : Kendala utama dalam melakukan praktikum yaitu keterbatasan alat dan bahan praktikum yang tidak memadai serta jumlahnya yang terbatas. Selain itu, beberapa alat khusus untuk praktikum uji DNA tidak tersedia di sekolah karena harga yang cukup mahal dan pemeliharaan yang tidak mudah. Sementara itu, jumlah siswa dalam satu kelas cukup banyak, jadi sulit untuk melibatkan semua siswa secara langsung dalam kegiatan praktikum.
- Q : Bagaimana dampak dari keterbatasan praktikum tersebut terhadap pemahaman siswa?
- A : Keterbatasan dalam praktik langsung menyebabkan siswa kurang paham tentang konsep genetik secara utuh. Karena materi genetik bersifat abstrak dan kompleks, siswa cenderung kesulitan memahami jika hanya disampaikan secara verbal. Ini juga berdampak pada menurunnya minat dan motivasi belajar siswa karena mereka tidak mendapat pengalaman belajar secara langsung.

- Q : Apakah Bapak pernah menggunakan media alternatif seperti video atau simulasi dalam pembelajaran materi genetika praktikum uji DNA?
- A : Kami pernah menggunakan video pembelajaran dari internet sebagai alternatif. Namun, penggunaannya masih terbatas dan kurang interaktif. Video hanya bersifat satu arah, dan siswa tidak bisa berinteraksi secara langsung. Kami belum pernah menggunakan media simulasi interaktif atau laboratorium virtual secara khusus untuk materi ini dikarenakan media yang jarang ditemukan secara khusus untuk materi ini.
- Q : Bagaimana tanggapan Bapak jika tersedia media pembelajaran berupa laboratorium virtual interaktif untuk uji DNA?
- A : Menurut saya itu akan sangat membantu jika ada laboratorium virtual yang bisa mensimulasikan proses uji DNA dengan visualisasi yang menarik dan interaktif, maka bisa menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi keterbatasan alat di sekolah. Selain itu, siswa juga akan lebih mudah memahami konsepnya karena bisa melihat dan mempraktikkan meskipun secara virtual.



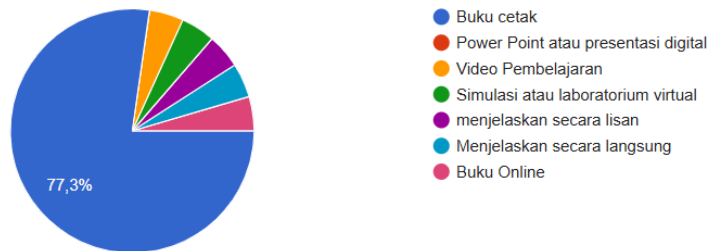
Lampiran 3. Hasil Angket Observasi

Silahkan Pilih Jawaban Sesuai Pendapat Anda

Apa media utama yang digunakan guru saat mengajar materi Genetik?

[Salin diagram](#)

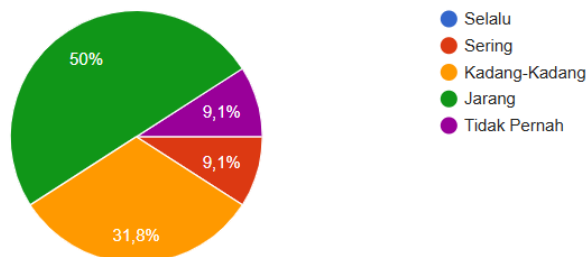
22 jawaban



Seberapa sering guru menggunakan media digital dalam pembelajaran Genetik?

[Salin diagram](#)

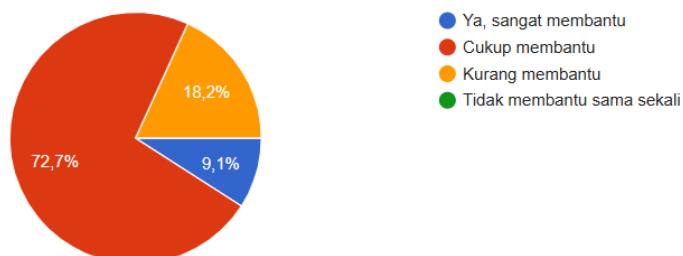
22 jawaban



Apakah anda merasa media yang digunakan saat ini sudah cukup membantu dalam memahami materi Genetik khususnya dalam Uji DNA?

[Salin diagram](#)

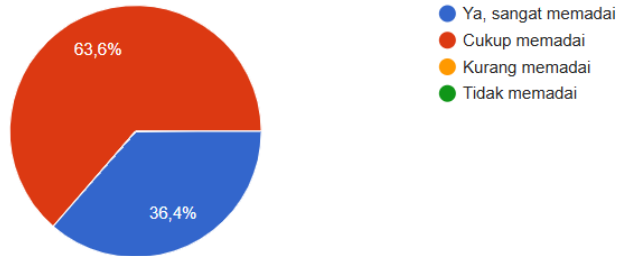
22 jawaban



Apakah sekolah memiliki laboratorium Biologi yang memadai?

[Salin diagram](#)

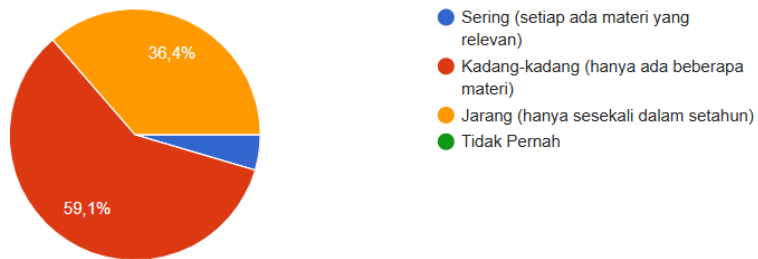
22 jawaban



Seberapa sering Anda melakukan praktikum di laboratorium sekolah?

[Salin diagram](#)

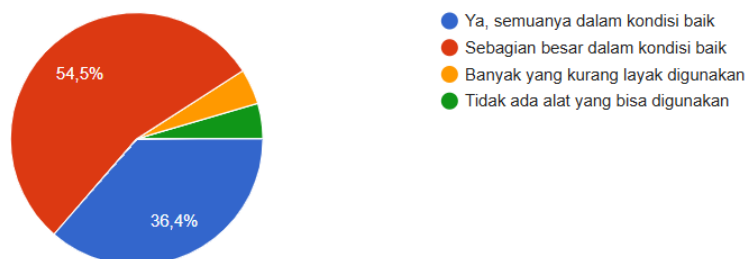
22 jawaban



Apakah alat alat praktikum yang tersedia dalam kondisi baik dan dapat digunakan dengan optimal?

[Salin diagram](#)

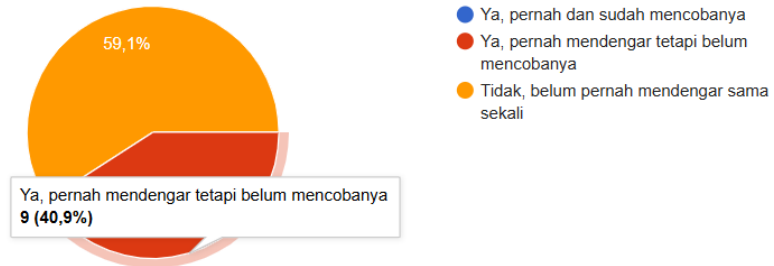
22 jawaban



Apakah Anda pernah mendengar tentang laboratorium virtual untuk pembelajaran biologi?

[Salin diagram](#)

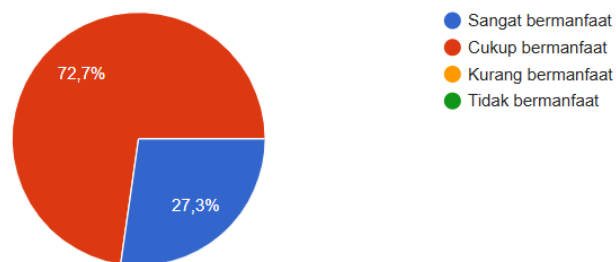
22 jawaban



Menurut Anda, seberapa besar manfaat laboratorium virtual dalam pembelajaran Genetik khususnya saat praktikum uji DNA?

[Salin diagram](#)

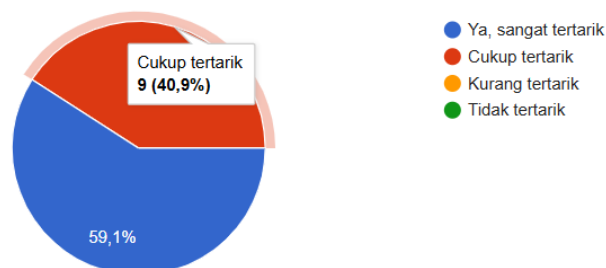
22 jawaban



Jika disediakan laboratorium virtual untuk simulasi uji DNA, apakah Anda tertarik untuk menggunakannya?

[Salin diagram](#)

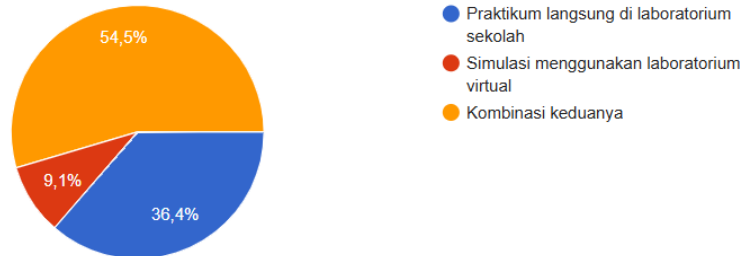
22 jawaban



Mana yang lebih Anda sukai dalam mempelajari materi genetiknya khususnya dalam Uji DNA?

[Salin diagram](#)

22 jawaban



Apakah menurut Anda praktikum dengan laboratorium virtual bisa menggantikan praktikum langsung di sekolah?

[Salin diagram](#)

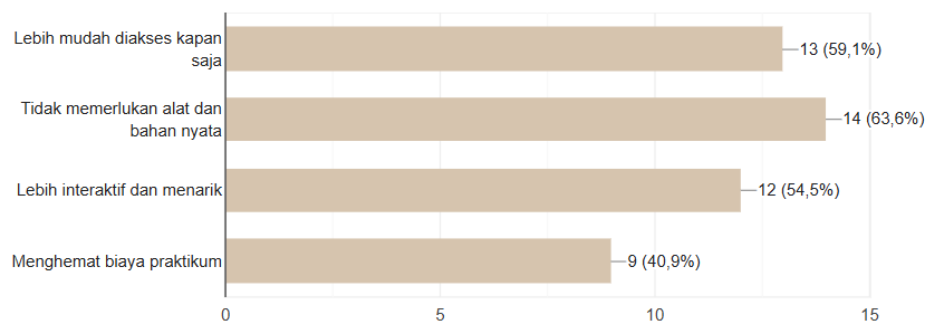
22 jawaban



Apa kelebihan yang Anda rasakan jika menggunakan laboratorium virtual? (Boleh pilih lebih dari satu)

[Salin diagram](#)

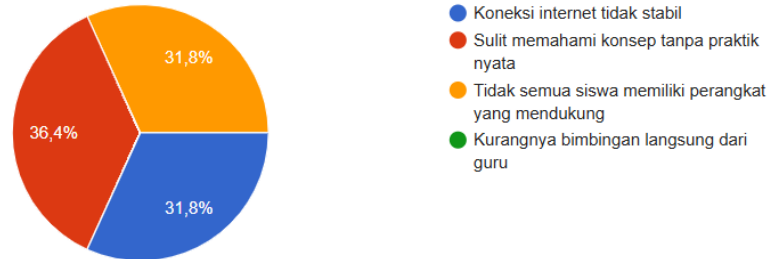
22 jawaban



Apa kendala yang menurut Anda mungkin terjadi dalam penggunaan laboratorium virtual?

[Salin diagram](#)

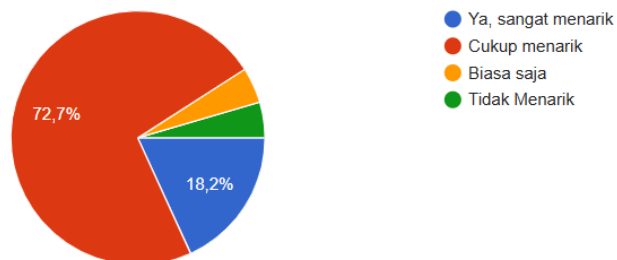
22 jawaban



Jika laboratorium virtual diterapkan dalam pembelajaran Genetik Uji DNA, apakah Anda merasa pembelajaran akan menjadi lebih menarik?

[Salin diagram](#)

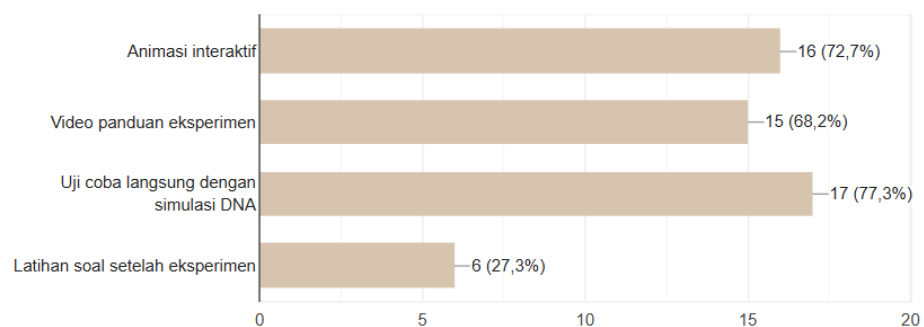
22 jawaban



Menurut Anda, fitur apa yang sebaiknya ada dalam laboratorium virtual agar lebih efektif dalam membantu pembelajaran? (Boleh pilih lebih dari satu)

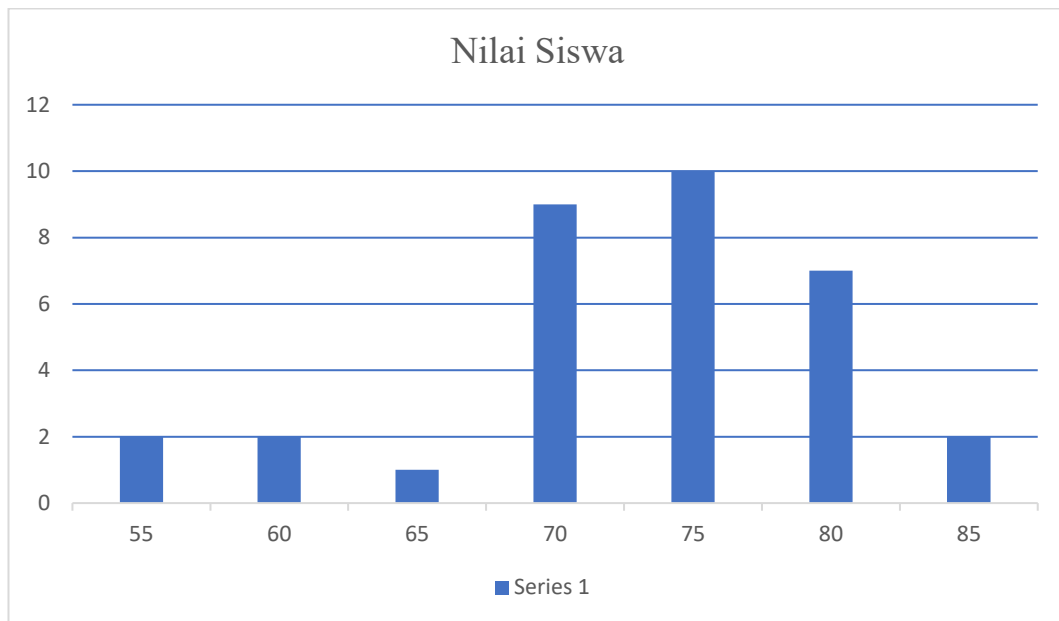
[Salin diagram](#)

22 jawaban



[illegible]

Lampiran 5. Nilai Praktikum Siswa



Lampiran 6. Modul Ajar (RPP)

1. Informasi Umum

A. Identitas Modul

Penyusun	: Putu Ananda Pradnya Paramitha
Instansi	: SMA Negeri 1 Banjar
Tahun Penyusunan	: 2025
Jenjang Sekolah	: SMA
Fase/Kelas	: F/XI
Elemen	: Genetik
Sub Topik	: Uji DNA
Alokasi Waktu	: 90 menit

B. Capaian Pembelajaran

Pada akhir Fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional, atau global yang berkaitan dengan pemahaman tentang struktur dan fungsi materi genetik (DNA dan RNA), pewarisan sifat, teknologi rekayasa genetik, serta dampaknya terhadap kesehatan, pertanian, forensik, dan lingkungan. Peserta didik mampu menganalisis dan menyajikan informasi terkait peran DNA dalam pewarisan sifat dan aplikasinya dalam kehidupan nyata, serta menunjukkan sikap ilmiah, kolaboratif, dan bertanggung jawab dalam kegiatan inkuiri atau praktikum, termasuk kegiatan ekstraksi DNA secara sederhana.

C. Kompetensi Awal

- a) Peserta didik mampu memiliki pemahaman mengenai konsep dasar DNA dan mengenal langkah-langkah praktikum ekstraksi DNA secara sederhana.

D. Profil Pelajar Pancasila

1. Mandiri
2. Bernalar Kritis
3. Gotong Royong

E. Sarana dan Prasarana

Smartphone dan Laboratorium Virtual Praktikum Simulasi Uji DNA

F. Target Peserta Didik

Peserta didik mampu mengetahui konsep dasar DNA dan mengenal langkah-langkah praktikum ekstraksi DNA secara sederhana.

G. Model Pembelajaran

Discovery Learning

2. Komponen Inti

A. Tujuan Pembelajaran

Dengan praktikum dan diskusi kelompok, siswa dapat memahami struktur dan fungsi DNA sebagai bagian dari materi genetika secara baik.

B. Pemahaman Bermakna

- Peserta didik dapat bekerja secara terorganisir untuk menyelesaikan masalah dan mencapai tujuan tertentu.
- Peserta didik mampu memahami konsep dasar DNA dan mengenal langkah-langkah praktikum ekstraksi DNA secara sederhana.

C. Pertanyaan Pemantik

Apakah semua makhluk hidup memiliki DNA?

D. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan		Deskripsi Singkat		Alokasi Waktu
		Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	
Pendahuluan	Orientasi. DL Sintaks 1: Pemberian Rangsangan (Stimulation)	Guru melakukan pembukaan diawali dengan salam dan menanyakan kondisi peserta didik	Peserta didik membalas salam dan menjawab kabar guru.	15 menit
		Guru dan peserta didik melakukan doa bersama sebelum memulai	Peserta didik melakukan doa sesuai kepercayaan	


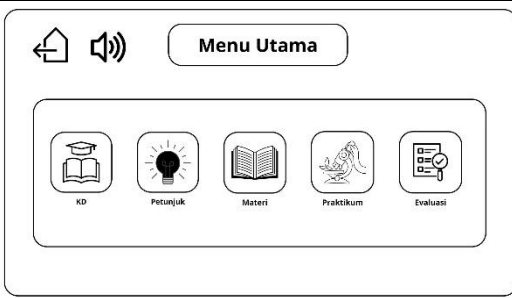

Kegiatan		Deskripsi Singkat		Alokasi Waktu
		Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	
		kegiatan pembelajaran.	masing-masing.	
		Guru melakukan pencatatan kehadiran untuk memeriksa peserta didik yang hadir..	Peserta didik melakukan kegiatan absensi.	
	Apersepsi. DL Sintaks 1: Pemberian Rangsangan (Stimulation)	Guru menjelaskan materi yang akan diajarkan serta menghubungkannya dengan materi sebelumnya dan mengajukan pertanyaan mengenai “Apakah semua makhluk hidup memiliki DNA?”	Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru.	
	Pemberian Acuan. DL Sintaks 1: Pemberian Rangsangan (Stimulation)	Guru menyampaikan mengenai tujuan pembelajaran.	Peserta didik menyimak penjelasan guru.	
Inti	DL Sintaks 2: Identifikasi Masalah	Guru membagikan tautan untuk mengakses multimedia	Peserta didik mengakses tautan yang	60 menit

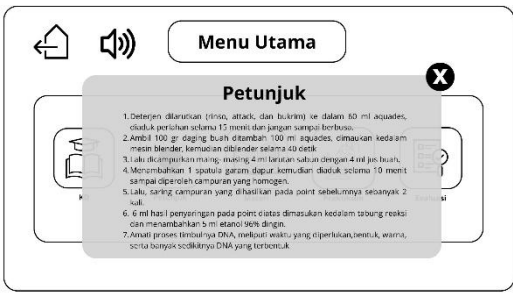


Kegiatan		Deskripsi Singkat		Alokasi Waktu
		Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	
	(Problem Statement)	interaktif laboratorium virtual di perangkat peserta didik melalui <i>Whatsapp</i> .	dibagikan oleh guru.	
		Guru menjelaskan petunjuk untuk penggunaan laboratorium virtual .	Peserta didik menyimak penjelasan yang diberikan oleh guru.	
		Guru menyampaikan masalah: “Bagaimana kita bisa membuktikan bahwa buah memiliki DNA?”	Peserta didik merumuskan masalah dan membuat dugaan awal.	
	DL Sintaks 3: Pengumpulan Data (Data Collection)	Guru meminta peserta didik melakukan praktikum menggunakan laboratorium virtual yang sudah disediakan	Peserta didik melakukan praktikum sesuai prosedur.	
		Guru membagikan LKPD kepada peserta didik	Peserta didik membaca	

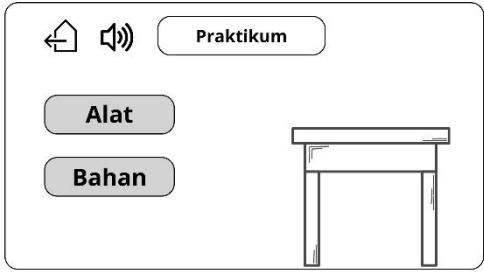
Kegiatan		Deskripsi Singkat		Alokasi Waktu
		Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	
		melalui Whatsapp grup untuk dibuat secara individual.	petunjuk LKPD.	
	DL Sintaks 4: Pengolahan Data (Data Processing)	Guru membimbing peserta didik dalam melakukan penyusunan informasi	Peserta didik mencatat hasil pengamatan, menganalisis, dan membandingkan dengan peserta didik lain.	
		Guru membimbing siswa yang mengalami kesulitan dalam praktikum virtual.	Peserta didik mendengarkan bantuan dan solusi dari guru.	
	DL Sintaks 5: Pembuktian (Verification)	Guru meminta peserta didik menyampaikan hasil yang didapatkan setelah melakukan praktikum virtual.	Peserta didik menyampaikan hasil yang didapatkan setelah melakukan praktikum.	
		Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik lain untuk	Peserta didik memberikan tanggapan terhadap hasil yang disajikan	

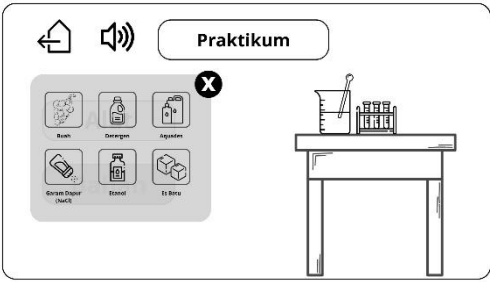

Kegiatan		Deskripsi Singkat		Alokasi Waktu
		Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	
		menyampaikan tanggapan	oleh peserta didik yang lain.	
	DL Sintaks 6: Menarik Kesimpulan (Generalization)	Guru memberikan tanggapan dan mengevaluasi hasil praktikum peserta didik.	Peserta didik menyimak penjelasan guru.	
		Guru menindaklanjuti dengan memberikan umpan balik atas materi yang telah dipelajari.	Peserta didik memperhatikan penjelasan guru.	
Penutup	Refleksi dan tindak lanjut	Guru memberikan arahan atau persiapan untuk pertemuan berikutnya.	Peserta didik menyimak penjelasan guru mengenai pertemuan selanjutnya yang akan datang.	15 Menit
		Guru mengakhiri pembelajaran dengan memberikan salan dan berdoa.	Peserta didik berdoa sesuai keyakinan masing-masing.	

Lampiran 7. Rancangan Awal (*Storyboard*) Laboratorium Virtual

Scene	Storyboard	Keterangan
1.		Pada tampilan pembuka menampilkan judul dari media yang sedang digunakan. Untuk memulai program, pengguna diarahkan untuk mengklik tombol “MULAI”.
2.		Setelah pengguna mengklik tombol “MULAI”, pengguna akan diarahkan ke tampilan menu utama, dimana menu-menu yang ada antara lain menu KD (Kompetensi Dasar), Menu Petunjuk, Menu Materi, dan Menu Praktikum.
3.		Tampilan menu KD (Kompetensi Dasar) menampilkan kompetensi dasar yang dicapai selama melakukan praktikum.

Scene	Storyboard	Keterangan
4.		Pada menu petunjuk, disediakan petunjuk dalam melakukan praktikum untuk membantu pengguna dalam melakukan langkah-langkah praktikum.
5.		Menu selanjutnya yaitu materi, menu ini menampilkan materi yang bisa dibaca oleh pengguna terkait materi genetic khususnya di Uji DNA. Materi dibuat sebanyak 2 slide yang bisa digeser dengan mengklik tombol selanjutnya dibawah dan Kembali, serta tombol x yang berguna untuk menutup menu materi.
6.		Selanjutnya ada menu praktikum, pada menu ini peneliti membuat beberapa slide sebelum melakukan praktikum dengan menambahkan beberapa SOP dan peringatan sebelum memasuki Laboratorium.

Scene	Storyboard	Keterangan
		<p>Lalu pengguna bisa mengklik tombol segitiga tersebut untuk ke halaman praktikum.</p>
7.		<p>Pada menu praktikum tampilan awalnya ada pilihan tombol “Alat” dan “Bahan”, pengguna bisa mengklik tombol tersebut untuk melihat dan memilih bahan yang digunakan sesuai dengan langkah-langkah yang sudah ada.</p>
8.		<p>Setelah pengguna mengklik tombol “Alat”, maka akan muncul tampilan seperti ini, pengguna bisa melihat dan memilih alat yang akan digunakan.</p>

Scene	Storyboard	Keterangan
9.		Setelah pengguna mengklik tombol “Bahan“, maka akan muncul tampilan seperti ini, pengguna bisa melihat dan memilih bahan yang akan digunakan.
10.		Setelah selesai melakukan praktikum, selanjutnya adapun menu evaluasi, yang berisi beberapa pertanyaan mengenai kondisi ketika melakukan praktikum.

Lampiran 8. Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Jadwal Penelitian																											
		Waktu Kegiatan																											
		April 2025				Mei 2025				Juni 2025				Juli 2025				Agustus 2025				September 2025							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1.	Penyusunan Proposal																												
2.	Seminar Proposal																												
3.	Tahap Define																												
4.	Tahap Design																												
5.	Tahap Development																												
6.	Tahap Disseminate																												
7.	Penyusunan Laporan Penelitian																												
8.	Sidang Penelitian																												

PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 8 x 45 Menit
Judul Modul	: Materi Genetik

B. Kompetensi Dasar

- 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).

C. Deskripsi Singkat Materi

Pada modul ini akan di bahas tentang Materi Genetik yang disusun sedemikian rupa dan diharapkan akan memberikan penguatan bagi peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar. Sel merupakan unit hereditas, artinya sel merupakan kesatuan terkecil yang berperan dalam pewarisan sifat-sifat menurun pada makhluk hidup. Di dalam sel terdapat nukleus yang di dalamnya terdapat faktor pembawa sifat menurun, yaitu gen yang tersimpan di dalam kromosom.

Dalam hereditas ini juga tidak lepas dari peran DNA. Salah satu peran DNA adalah menyampaikan informasi genetik kepada generasi berikutnya. DNA merupakan bagian dari materi genetik berupa kode-kode atau instruksi yang disediakan dalam setiap gen. Kode-kode genetik tersebut berlangsung dalam proses sintesa protein.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi dalam mempelajari modul ini, maka ikuti petunjuk – petunjuk berikut :

1. Pelajari daftar isi dengan cermat dan teliti karena dalam modul ini akan tampak kedudukan modul yang sedang anda pelajari.
2. Pahami setiap materi yang diuraikan dalam modul ini, sehingga memudahkan anda untuk mengerjakan tugas dan penilaian dengan hasil yang maksimal.
3. Jawablah latihan soal dengan baik, kemudian cocokkanlah hasil jawaban kamu dengan kunci jawaban.
4. Apabila jawaban anda sudah mencapai 85% anda bisa melanjutkan ke kegiatan berikutnya.
5. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik .
6. Catatlah kesulitan kesulitan yang anda temui dalam modul ini untuk dikonsultasikan ke guru mata pelajaran.
7. Untuk keberhasilan anda dalam menggunakan modul ini, anda bisa mengikuti alur berikut ini :



13

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Materi pokok yang dibahas dalam modul ini terdiri dari:

Pertama : Materi Genetik (Gen, DNA, dan Kromosom)

Kedua : Sintesa Protein

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

MATERI GENETIK (GEN, DNA, KROMOSOM)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan mampu:

1. Mendeskripsikan struktur, sifat, fungsi dan komponen dari gen, kromosom serta DNA.
2. Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, kromosom dan DNA dalam penerapan prinsip pewarisan sifat makhluk hidup.

B. Uraian Materi

Gen, DNA, dan kromosom adalah materi genetika karena bertanggungjawab terhadap pewarisan sifat-sifat genetik dari induk kepada keturunannya. Materi genetika tersebut terdapat di berbagai sel di seluruh tubuh, misalnya pada sel-sel darah, sel tulang, sel gamet dan lain-lain, tepatnya materi genetika tersebut berada di dalam nukleus. Peranan materi genetika tersebut adalah untuk mengatur pewarisan sifat kepada keturunannya, misalnya mengatur bentuk rambut, warna kulit, susunan darah, dan lain-lain.

Hereditas berarti penurunan sifat-sifat genetik dari orang tua ke anaknya. Analisis secara kimiawi dari sel menunjukkan bahwa di dalam sel terdapat senyawa-senyawa organik, seperti karbohidrat, lemak, protein dan asam nukleat. Asam nukleat ini terdapat didalam nukleoplasma. Nukleoplasma adalah substansi cair yang terdapat didalam nucleus (inti sel). Dari berbagai macam asam nukleat yang ada hubungannya dengan dengan hereditas ada dua yaitu DNA dan RNA. DNA dan RNA bertanggung jawab membentuk protein serta mengontrol sifat-sifat keturunan. DNA merupakan komponen penyusun gen. DNA banyak terdapat di dalam inti sel, sedikit terdapat di mitokondria dan kloroplas. Gen yang di sebut sebagai faktor penentu dapat diketahui struktur kimianya adalah DNA.

Gen-gen yang berderet pada kromosom masing-masing mempunyai tugas khusus dengan waktu yang khusus pula. Ada gen yang aktif pada masa embrio, ada yang aktif dimasa kanak-kanak, dan ada pula yang aktif setelah dewasa.

1. Gen

Pertama kali diperkenalkan oleh Thomas Hunt Morgan, ahli Genetika dan Embriologi Amerika Serikat (1911), yang mengatakan bahwa substansi hereditas yang dinamakan gen terdapat dalam lokus, di dalam kromosom. Gen merupakan unit terkecil dari suatu makhluk hidup yang mengandung substansi hereditas, terdapat di dalam lokus gen. Gen terdiri dari protein dan asam nukleat (DNA dan RNA), berukuran antara 4 – 8 m (mikron).

Gen mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- Mengandung informasi genetik.
- Tiap gen mempunyai tugas dan fungsi berbeda.
- Pada waktu pembelahan mitosis dan meiosis dapat mengadakan duplikasi.
- Ditentukan oleh susunan kombinasi basa nitrogen.

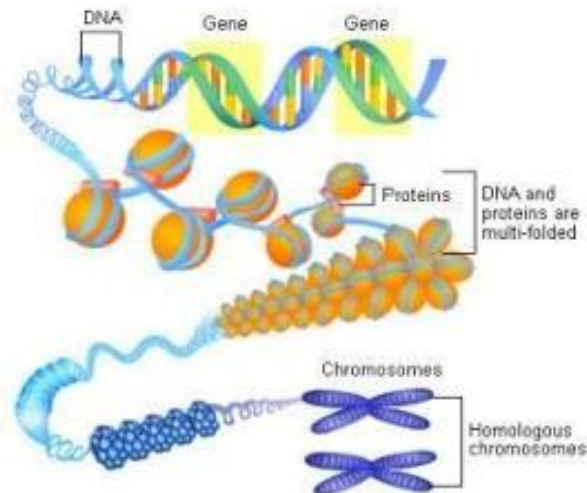
- Sebagai zarah yang terdapat dalam kromosom.

Gen merupakan unit terkecil materi genetik dan terdapat dalam setiap lokus yang khas pada kromosom, yang terdiri atas sepenggal DNA yang menentukan sifat individu melalui pembentukan polipeptida. Jadi, gen berperan penting dalam mengontrol sifat-sifat individu yang diturunkan. Sebagai materi hereditas, gen memiliki beberapa fungsi, antara lain:

- Sebagai zarah tersendiri yang ada pada kromosom.
- Menyampaikan informasi genetik dari induk kepada keturunannya.
- Mengatur proses metabolisme dan perkembangan

Kegiatan sel dikendalikan oleh gen di dalam inti. Pengendalian ini dilakukan dengan menyusun materi tertentu yang sesuai dengan pola gen untuk membentuk suatu rantai asam amino (polipeptida). Polipeptida tersebut difungsikan menjadi enzim yang akan mengatur reaksi metabolisme dalam sel. Walaupun demikian, gen-gen dapat diumpamakan dalam satu deretan berurutan dan teratur pada benang kromosom.

Di dalam sel tubuh, kromosom biasanya berpasangan. Sepasang kromosom merupakan homolog sesamanya, artinya keduanya mempunyai bentuk yang sama dan lokus gen-gen yang bersesuaian. Gen-gen yang terdapat pada lokus yang bersesuaian ini disebut alel. Alel dapat memiliki tugas yang sama atau berlawanan untuk suatu pekerjaan tertentu. Alel yang mempunyai tugas yang sama disebut alel homozigot. Sedangkan, alel yang tugasnya berbeda disebut alel heterozigot. Karena genotipe diekspresikan menjadi suatu fenotipe, alel dapat menyebabkan perbedaan penampilan di antara individu dalam suatu populasi. Alel adalah gen-gen yang menempati atau terletak pada lokus yang sama pada kromosom homolognya yang mempunyai tugas berlawanan untuk suatu sifat tertentu. Perhatikan gambar struktur gen berikut.



Gambar 2. Gen, DNA, dan Kromosom
Sumber: <https://hastutiwihowo.wordpress.com>

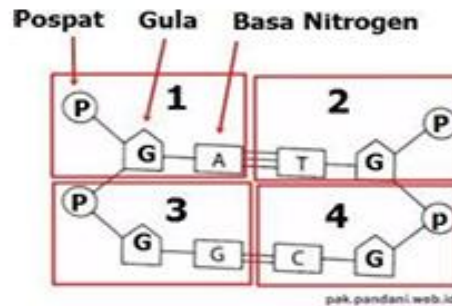
2. DNA (Deoxyribonucleic acid)

DNA berperan sebagai pembawa informasi genetik dari satu generasi ke generasi lain. DNA sendiri merupakan polimer besar yang tersusun atas unit-unit nukleotida (polinukleotida)

Sebuah nukleotida tersusun atas:

- Gugus gula deoksiribosa (gula dengan lima atom karbon atau pentosa)
- Gugus asam fosfat (fosfat terikat pada C kelima dari gula)
- Gugus basa nitrogen (gugus ini terikat pada C pertama dari gula)

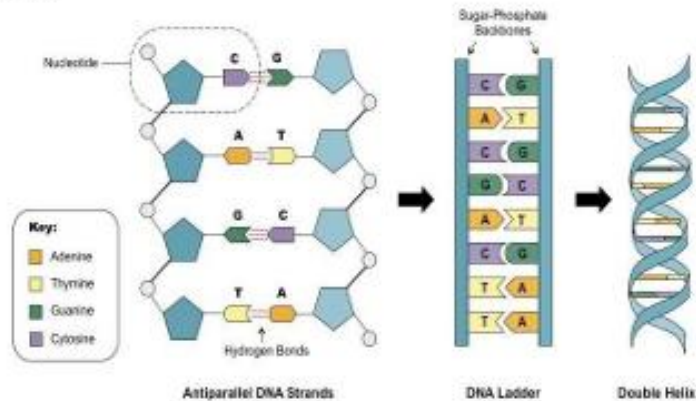
Jadi dikatakan 1 nukleotida terdiri atas 1 fosfat, 1 Gula, 1 Basa nitrogen yang tersusun secara berurutan.



Gambar 3. Nukleotida
Sumber :pandani.web.id

Dari gambar polinukleotida tersebut apakah kalian dapat menghitung berapa jumlah nukleotidanya?

Molekul gula ini terikat pada basa nitrogen yang tersusun atas basa purin dan basa pirimidin. Basa purin tersusun atas guanine (G) dan adenin (A), sedangkan basa pirimidin tersusun atas timin (T) dan sitosin atau Cytosine (C). Perhatikan gambar berikut!



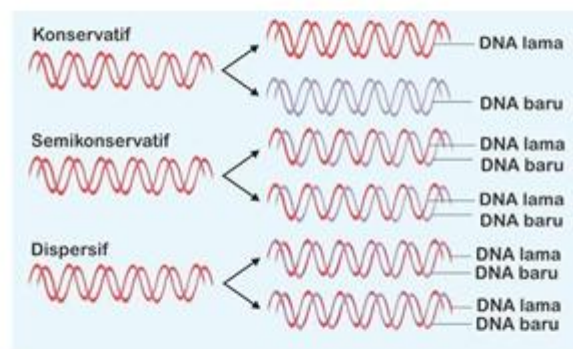
Gambar 4. DNA dan Polinukleotida
Sumber : <https://www.siswapedia.com>

Ikatan antara A-T membentuk dua ikatan hidrogen, sedangkan antara C-G membentuk tiga ikatan hidrogen. Adanya tiga ikatan hidrogen ini menghasilkan ikatan C-G lebih kuat dari ikatan A-T. Spesifikasi pasangan basa ini disebut dengan komplementaritas atau *complementary*.

Molekul DNA mempunyai sifat-sifat, antara lain:

- DNA berbagai organisme mempunyai kandungan adenine (A) yang sama dengan Timin
- (T). Perbedaan antara DNA dari spesies yang berlainan terletak antara kandungan A + T atau G + C.
- Setiap molekul DNA disusun oleh dua rantai polinukleotida. Antara kedua basa yang berpasangan terbentuk ikatan hidrogen. Adanya ikatan ini memberikan kelenturan pada DNA.
- DNA merupakan struktur yang aktif melakukan fungsi biologi.

DNA memiliki kemampuan untuk bereplikasi yaitu membentuk DNA baru yang sama persis dengan DNA asal. Terdapat 3 hipotesis replikasi DNA yaitu: replikasi konservatif, semi konservatif, dan dispersif.



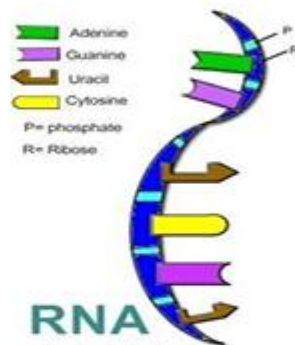
Gambar 5. Mekanisme Replikasi DNA
Sumber: <https://www.siswapedia.com>

Faktor yang dibutuhkan untuk replikasi DNA:

- Polimerase DNA : berfungsi mempolimerisasi nukleotida-nukleotida
- Ligase DNA : berperan menyambung DNA
- Primase DNA : untuk memulai polimerisasi DNA pada lagging strand
- Helikase DNA : membuka jalinan DNA double heliks

3. RNA (*Ribonucleic acid*)

RNA (*Ribonucleic acid*) merupakan polinukleotida, namun ukurannya jauh lebih pendek dari DNA, yang terdiri atas satu rantai (*single heliks*). Gula pentosa yang menyusun RNA adalah gula ribosa, sedangkan basa nitrogen yang menyusun RNA adalah basa purin yang terdiri atas adenin dan guanin serta basa pirimidin yang terdiri dari sitosin dan urasil. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 6. Struktur RNA

Sumber : <https://gustinerz.wordpress.com>

Jenis-jenis RNA:

1) RNA duta (RNA-d)

Merupakan penghubung DNA dengan protein dan membawa pesan berupa informasi genetik dari DNA untuk membentuk protein. Berperan membawa kode genetik dari DNA berupa triplet basa yang ada pada RNA duta, atau yang disebut kodon.

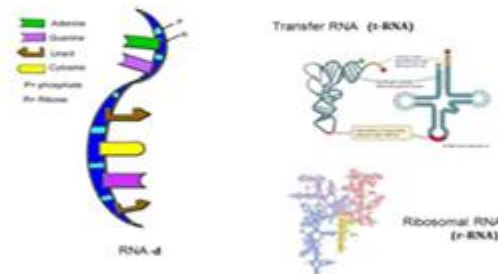
2) RNA ribosom (RNA-r)

Merupakan RNA terbanyak, sekitar 83% dari RNA yang dikandung oleh suatu sel. Banyak terdapat di dalam ribosom dan berperan sebagai tempat pembentukan protein.

3) RNA transfer (RNA-t)

Berperan menterjemahkan kodon yang terdapat pada RNA-d menjadi satu jenis asam amino serta mengangkut asam amino ke permukaan ribosom pada saat translasi.

Berikut ini Gambar macam-macam RNA



Gambar 7. Macam-macam RNA

Sumber: dosenpendidikan.co.id

4. Kromosom

Segala aktivitas sel diatur oleh inti sel (nukleus). Pada saat sel aktif melakukan metabolisme, di dalam nukleus terdapat benang-benang halus seperti jala yang dapat menyerap warna. Benang-benang halus ini disebut kromatin (chromo = warna, dan tin = badan). Ketika sel akan membelah, benang kromatin menebal dan memendek, lebih mudah menyerap zat warna sehingga dapat dilihat dengan mikroskop. Benang kromatin yang menebal dan memendek ini, disebut kromosom. Setiap spesies memiliki jumlah kromosom yang khas. Kromosom tersusun atas DNA yang berkondensasi bersama.

protein histon di dalam inti sel, membentuk struktur bernama nukleosom. Sebelum sel membelah, molekul DNA dari setiap kromosom berduplikasi sehingga terbentuk lengan kromosom ganda yang disebut kromatid. Sel kelamin (sel sperma atau sel telur) hanya memiliki satu kromosom kelamin (gonosom) sehingga sel kelamin dari betina hanya memiliki gonosom X. Adapun sel kelamin jantan memiliki gonosom X atau Y yang akan menentukan jenis kelamin individu setelah terjadi fertilisasi.

a. Penggolongan Kromosom

1) Berdasarkan jenisnya, kromosom dibedakan atas:

- Kromosom badan (Autosom)
- Kromosom kelamin / kromosom seks (Gonosom)

Di dalam sel tubuh terdapat sepasang kromosom atau diploid ($2n$). Sepasang kromosom ini berasal dari induk betina (ovum) dan induk jantan (sperma). Masing-masing kromosom induk berjumlah (n) kromosom. Kromosom yang berpasangan tersebut, disebut kromosom homolog. Kromosom homolog adalah kromosom yang mempunyai struktur yang sama atau mempunyai lokus-lokus alel yang sama. Dalam sel tubuh manusia terdapat 23 macam kromosom homolog. Jumlah macam kromosom atau satu pasang kromosom haploid disebut genom.

Bagaimanakah cara penulisan rumus kromosom pada makhluk hidup?

- Pada manusia terdapat 46 kromosom, maka:
 - Pada sel tubuh: 46 buah = 23 Pasang
 - Pada wanita : $22AA + XX$
 - Pada Pria : $22AA + XY$
 - Pada sel Kelamin : 23 buah (kromosom tidak berpasangan)
 - Pada Ovum : $22A + X$
 - Pada Spermatozoa: $22A + X$ atau $22A + Y$
- Pada Kuda terdapat 64 Kromosom, maka:
 - Pada sel tubuh: 64 buah = 32 Pasang
 - Pada kuda betina : $31AA + XX$
 - Pada kuda jantan : $31AA + XY$
 - Pada sel Kelamin: 32 buah (kromosom tidak berpasangan)
 - Pada Ovum : $31A + X$
 - Pada Spermatozoa: $31A + X$ atau $31A + Y$

2) Berdasarkan letak sentromer, kromosom dibedakan atas:

- Telosentrik : sentromer terletak di ujung kromosom.
- Akrosentrik : sentromer terletak di dekat ujung kromosom
- Submetasentrik : sentromer dekat pada salah satu ujung kromosom
- Metasentrik : sentromer terletak di tengah-tengah kromosom



Gambar 8. Macam-macam bentuk kromosom
Sumber: <https://hisham.id>

b. Jumlah Kromosom

Dalam setiap makhluk hidup terdapat jumlah kromosom yang bervariasi. Jumlah kromosom yang terdapat pada berbagai organisme dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 1. Jumlah kromosom pada makhluk hidup

No.	Organisme	Jumlah Kromosom	No.	Organisme	Jumlah Kromosom
1.	Manusia	46	23.	Hidra	32
2.	Simpans	48	24.	Camara	24
3.	Kera	48	25.	Ceri	32
4.	Kuda	64	26.	Kubis	18
5.	Lembu/sapi	60	27.	Lobak	18
6.	Keledai	62	28.	Kacang polong	14
7.	Anjing	78	29.	Buncis	22
8.	Kucing	38	30.	Ketimun	14
9.	Tikus rumah	40	31.	Kapas	52
10.	Tikus sawah	42	32.	Kontang	48
11.	Merpati	80	33.	Tomat	24
12.	Ayam	78	34.	Tembakau	48
13.	Kalkun	82	35.	Gandum dipakai untuk membuat roti	42
14.	Katak	26	36.	Gandum dipakai untuk membuat bir (Barley)	14
15.	Ikan mas	94	37.	Jagung	20
16.	Bintang laut	36	38.	Beras	24
17.	Ulat sutera	56	39.	Bawang	16
18.	Lalat rumah	12	40.	Ragi	34
19.	Drosophila melanogaster	8	41.	Jemur	4
20.	Nyamuk	6	42.	Kapang Penicillium	2
21.	Kecoak	24			
22.	Cacing tanah	36			

Sumber: <https://desybio.wordpress.com>

C. Rangkuman

1. Gen, DNA, dan kromosom adalah materi genetik karena bertanggungjawab terhadap pewarisan sifat-sifat genetik dari induk kepada keturunannya.
2. Gen merupakan unit terkecil materi genetik dan terdapat dalam setiap lokus yang khas pada kromosom dan berperan penting dalam mengontrol sifat-sifat individu yang diturunkan. Sedangkan alel merupakan gen-gen yang terdapat pada lokus yang bersesuaian.

3. DNA berperan sebagai pembawa informasi genetik dari satu generasi ke generasi lain yang tersusun atas unit-unit nukleotida. Di mana sebuah nukleotida tersusun atas gugus gula deoksiribosa, gugus asam fosfat, serta basa nitrogen. Komponen penyusun basa nitrogen yang tersusun atas basa purin dan basa pirimidin. Basa purin tersusun atas guanin (G) dan adenin (A), sedangkan basa pirimidin tersusun atas timin (T) dan sitosin atau Cytosine (C).
4. DNA memiliki kemampuan untuk bereplikasi dan bertranskripsi menjadi RNA. RNA merupakan polinukleotida yang tersusun atas gula ribosa, sedangkan basa nitrogen yang menyusunnya adalah basa purin yang terdiri atas adenin dan guanin serta basa pirimidin yang terdiri dari sitosin dan urasil. Terdapat tiga jenis RNA yaitu RNA-d, RNA-t dan RNA-r.

ANGKET VALIDITAS AHLI ISI

**MULTIMEDIA INTERAKTIF LABORATORIUM VIRTUAL
PRAKTIKUM SIMULASI UJI DNA PADA MATA PELAJARAN BIOLOGI**

Hari/Tanggal :

Validator :

Petunjuk Pengisian :

1. Berikan tanda centang (✓) pada kolom yang sudah disediakan, untuk pernyataan yang paling sesuai dengan penilaian anda.
2. Berikan pula tanda centang (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap produk yang dikembangkan.
3. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan catatan dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
Cakupan Materi			
1.	Apakah materi yang disajikan sudah sesuai dengan KD?		
2.	Apakah keluasan materi yang disajikan sudah cukup baik?		
3.	Apakah kedalaman materi yang disajikan sudah cukup baik?		
Kemuktahiran dan Konstektual			
4.	Apakah materi dalam laboratorium virtual sudah sesuai dengan perkembangan ilmu?		
5.	Apakah ilustrasi yang disajikan sudah terkini?		
Keaslian Materi			

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
6.	Apakah konten laboratorium virtual merupakan karya orisinil (bukan hasil dari plagiat) ?		
Kesesuaian dengan Praktikum			
7.	Apakah langkah-langkah simulasi praktikum uji DNA sudah sesuai dengan prosedur ilmiah yang berlaku?		
8.	Apakah gambar, animasi, atau tampilan simulasi merepresentasikan struktur dan proses biologi dengan tepat?		
9.	Apakah istilah-istilah biologi yang digunakan sudah benar dan sesuai dengan kaidah ilmiah?		

Kesimpulan:

Kesimpulan secara umum mengenai angket validasi produk:

Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan sesuai revisi	
Belum dapat digunakan	

Catatan dan Saran Perbaikan:

.....

.....

.....

.....

.....

Singaraja,

Responden,

.....



Lampiran 11. Hasil Angket Validitas Isi

ANGKET VALIDITAS AHLI ISI
MULTIMEDIA INTERAKTIF LABORATORIUM VIRTUAL
PRAKTIKUM SIMULASI UJI DNA PADA MATA PELAJARAN BIOLOGI

Hari/Tanggal : Jumat, 21 November 2025

Validator : Dr. Ida Ayu Putu Suryani, S.Si., M.Si.

Petunjuk Pengisian :

1. Berikan tanda centang (✓) pada kolom yang sudah disediakan, untuk pernyataan yang paling sesuai dengan penilaian anda.
2. Berikan pula tanda centang (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap produk yang dikembangkan.
3. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan catatan dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
Cakupan Materi			
1.	Apakah materi yang disajikan sudah sesuai dengan KD?	✓	
2.	Apakah keluasan materi yang disajikan sudah cukup baik?	✓	
3.	Apakah kedalaman materi yang disajikan sudah cukup baik?	✓	
Kemuktahiran dan Konstektual			
4.	Apakah materi dalam laboratorium virtual sudah sesuai dengan perkembangan ilmu?	✓	
5.	Apakah ilustrasi yang disajikan sudah terkini?	✓	
Keaslian Materi			
6.	Apakah konten laboratorium virtual merupakan karya orisinil (bukan hasil dari plagiat) ?	✓	

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
Kesesuaian dengan Praktikum			
7.	Apakah langkah-langkah simulasi praktikum uji DNA sudah sesuai dengan prosedur ilmiah yang berlaku?	✓	
8.	Apakah gambar, animasi, atau tampilan simulasi merepresentasikan struktur dan proses biologi dengan tepat?	✓	
9.	Apakah istilah-istilah biologi yang digunakan sudah benar dan sesuai dengan kaidah ilmiah?	✓	

Kesimpulan:

Kesimpulan secara umum mengenai angket validasi produk:


Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan sesuai revisi	✓
Belum dapat digunakan	

Catatan dan Saran Perbaikan:

Beberapa masukan terutama perbedaan Kromosom, DNA, Gen dan ~~Gen~~ RNA sudah dilakukan revisi. Media pembelajaran sudah siap diujikan

Singaraja, 21 November 2025

Responden,


Ida Ayu Putu Suryani

ANGKET VALIDITAS AHLI ISI
MULTIMEDIA INTERAKTIF LABORATORIUM VIRTUAL
PRAKTIKUM SIMULASI UJI DNA PADA MATA PELAJARAN BIOLOGI

Hari/Tanggal : Kamis, 20-11-2025

Validator : I Wayan Mardikayasa, S.Pd

Petunjuk Pengisian :

1. Berikan tanda centang (✓) pada kolom yang sudah disediakan, untuk pernyataan yang paling sesuai dengan penilaian anda.
2. Berikan pula tanda centang (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap produk yang dikembangkan.
3. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan catatan dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
Cakupan Materi			
1.	Apakah materi yang disajikan sudah sesuai dengan KD?	✓	
2.	Apakah keluasan materi yang disajikan sudah cukup baik?	✓	
3.	Apakah kedalaman materi yang disajikan sudah cukup baik?	✓	
Kemuktahiran dan Konstektual			
4.	Apakah materi dalam laboratorium virtual sudah sesuai dengan perkembangan ilmu?	✓	
5.	Apakah ilustrasi yang disajikan sudah terkini?	✓	
Keaslian Materi			
6.	Apakah konten laboratorium virtual merupakan karya orisinil (bukan hasil dari plagiat) ?	✓	

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
Kesesuaian dengan Praktikum			
7.	Apakah langkah-langkah simulasi praktikum uji DNA sudah sesuai dengan prosedur ilmiah yang berlaku?	✓	
8.	Apakah gambar, animasi, atau tampilan simulasi merepresentasikan struktur dan proses biologi dengan tepat?	✓	
9.	Apakah istilah-istilah biologi yang digunakan sudah benar dan sesuai dengan kaidah ilmiah?	✓	

Kesimpulan:

Kesimpulan secara umum mengenai angket validasi produk:

Dapat digunakan tanpa revisi	✓
Dapat digunakan sesuai revisi	
Belum dapat digunakan	

Catatan dan Saran Perbaikan:

.....

.....

.....

.....

Singaraja, 20-11-2025

Responden,


I. Wayan Mardibayasa

ANGKET VALIDITAS AHLI MEDIA

**MULTIMEDIA INTERAKTIF LABORATORIUM VIRTUAL
PRAKTIKUM SIMULASI UJI DNA PADA MATA PELAJARAN BIOLOGI**

Hari/Tanggal :

Validator :

Petunjuk Pengisian :

1. Berikan tanda centang (✓) pada kolom yang sudah disediakan, untuk pernyataan yang paling sesuai dengan penilaian anda.
2. Berikan pula tanda centang (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap produk yang dikembangkan.
3. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan catatan dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
Artistik dan Estetika			
1.	Apakah komposisi gambar sudah seimbang?		
2.	Apakah penggunaan teks, grafis, dan audio dalam laboratorium virtual sudah tepat?		
3.	Apakah desain <i>layout</i> terlihat menarik?		
4.	Apakah pemilihan warna terlihat menarik?		
5.	Apakah perpaduan warna, teks, dan grafis dalam media memberikan kesan visual yang harmonis bagi pengguna?		
Kemudahan Navigasi			
6.	Apakah laboratorium virtual mudah digunakan?		

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
7.	Apakah media laboratorium virtual sederhana dalam pengoperasiannya?		
8.	Apakah bentuk dan tata letak navigasi konsisten diseluruh konten laboratorium virtual?		
9.	Apakah navigasi yang telah dibuat memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya?		
10.	Apakah program laboratorium virtual dapat berjalan dengan baik atau tidak mudah hang(berhenti)?		
Fungsi Keseluruhan			
11.	Apakah simulasi eksperimen menjadi interaktif?		
12.	Apakah laboratorium virtual dapat menjadi pendamping kegiatan laboratorium yang sukar atau mahal?		
13.	Apakah laboratorium virtual dapat menumbuhkan sikap mandiri?		
14.	Apakah laboratorium virtual yang dikembangkan dapat digunakan di berbagai perangkat tanpa memerlukan spesifikasi tinggi?		

Kesimpulan:

Kesimpulan secara umum mengenai angket validasi produk:

Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan sesuai revisi	
Belum dapat digunakan	

Saran dan Perbaikan:

.....

.....

.....

.....

.....

Singaraja,

Responden,

.....



Lampiran 13. Hasil Angket Validitas Ahli Media

ANGKET VALIDITAS AHLI MEDIA

MULTIMEDIA INTERAKTIF LABORATORIUM VIRTUAL PRAKTIKUM SIMULASI UJI DNA PADA MATA PELAJARAN BIOLOGI

Hari/Tanggal : Kamis, 11 Desember 2024

Validator : I Gade Partha Sinda.

Petunjuk Pengisian :

1. Berikan tanda centang (✓) pada kolom yang sudah disediakan, untuk pernyataan yang paling sesuai dengan penilaian anda.
2. Berikan pula tanda centang (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap produk yang dikembangkan.
3. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan catatan dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
Artistik dan Estetika			
1.	Apakah komposisi gambar sudah seimbang?	✓	
2.	Apakah penggunaan teks, grafis, dan audio dalam laboratorium virtual sudah tepat?	✓	
3.	Apakah desain <i>layout</i> terlihat menarik?	✓	
4.	Apakah pemilihan warna terlihat menarik?	✓	
5.	Apakah perpaduan warna, teks, dan grafis dalam media memberikan kesan visual yang harmonis bagi pengguna?	✓	
Kemudahan Navigasi			
6.	Apakah laboratorium virtual mudah digunakan?	✓	
7.	Apakah media laboratorium virtual sederhana dalam pengoperasiannya?	✓	

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
8.	Apakah bentuk dan tata letak navigasi konsisten diseluruh konten laboratorium virtual?	✓	
9.	Apakah navigasi yang telah dibuat memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya?	✓	
10.	Apakah program laboratorium virtual dapat berjalan dengan baik atau tidak mudah hang(berhenti)?	✓	
Fungsi Keseluruhan			
11.	Apakah simulasi eksperimen menjadi interaktif?	✓	
12.	Apakah laboratorium virtual dapat menjadi pendamping kegiatan laboratorium yang sukar atau mahal?	✓	
13.	Apakah laboratorium virtual dapat menumbuhkan sikap mandiri?	✓	
14.	Apakah laboratorium virtual yang dikembangkan dapat digunakan di berbagai perangkat tanpa memerlukan spesifikasi tinggi?	✓	

Kesimpulan:

Kesimpulan secara umum mengenai angket validasi produk:

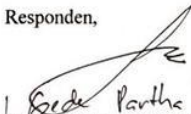
Dapat digunakan tanpa revisi	✓
Dapat digunakan sesuai revisi	
Belum dapat digunakan	

Saran dan Perbaikan:

revisi sudah sesuai

Singaraja, 11 Desember 2025

Responden,


Bede Pantha Sinda

ANGKET VALIDITAS AHLI MEDIA

MULTIMEDIA INTERAKTIF LABORATORIUM VIRTUAL PRAKTIKUM SIMULASI UJI DNA PADA MATA PELAJARAN BIOLOGI

Hari/Tanggal : Rabu, 17 Desember 2025

Validator : I Ketut Andika Pradnyana

Petunjuk Pengisian :

1. Berikan tanda centang (✓) pada kolom yang sudah disediakan, untuk pernyataan yang paling sesuai dengan penilaian anda.
2. Berikan pula tanda centang (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap produk yang dikembangkan.
3. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan catatan dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
Artistik dan Estetika			
1.	Apakah komposisi gambar sudah seimbang?	✓	
2.	Apakah penggunaan teks, grafis, dan audio dalam laboratorium virtual sudah tepat?	✓	
3.	Apakah desain <i>layout</i> terlihat menarik?	✓	
4.	Apakah pemilihan warna terlihat menarik?	✓	
5.	Apakah perpaduan warna, teks, dan grafis dalam media memberikan kesan visual yang harmonis bagi pengguna?	✓	
Kemudahan Navigasi			
6.	Apakah laboratorium virtual mudah digunakan?	✓	
7.	Apakah media laboratorium virtual sederhana dalam pengoperasiannya?	✓	

No	Aspek Penilaian	Ya	Tidak
8.	Apakah bentuk dan tata letak navigasi konsisten diseluruh konten laboratorium virtual?	✓	
9.	Apakah navigasi yang telah dibuat memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya?	✓	
10.	Apakah program laboratorium virtual dapat berjalan dengan baik atau tidak mudah hang(berhenti)?	✓	
Fungsi Keseluruhan			
11.	Apakah simulasi eksperimen menjadi interaktif?	✓	
12.	Apakah laboratorium virtual dapat menjadi pendamping kegiatan laboratorium yang sukar atau mahal?	✓	
13.	Apakah laboratorium virtual dapat menumbuhkan sikap mandiri?	✓	
14.	Apakah laboratorium virtual yang dikembangkan dapat digunakan di berbagai perangkat tanpa memerlukan spesifikasi tinggi?	✓	

Kesimpulan:

Kesimpulan secara umum mengenai angket validasi produk:

Dapat digunakan tanpa revisi	✓
Dapat digunakan sesuai revisi	
Belum dapat digunakan	

Saran dan Perbaikan:

.....

.....

.....

.....

.....

Singaraja, 17 Desember 2025

Responden,

Andi
ikut Andika pralyan

ANGKET RESPON SISWA

MULTIMEDIA INTERAKTIF LABORATORIUM VIRTUAL

PRAKTIKUM SIMULASI UJI DNA PADA MATA PELAJARAN BIOLOGI

Petunjuk Pengisian:

1. Pilihlah jawaban yang sesuai dengan pendapat adik-adik setelah menggunakan Laboratorium Virtual ini.
2. Jawablah pertanyaan dengan jujur, tanpa pengaruh dari orang lain karena tidak akan mempengaruhi nilai.
3. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang disediakan sesuai dengan pendapatmu untuk setiap pertanyaan yang diberikan.

Keterangan:

Nilai 5 = Sangat Baik

Nilai 4 = Baik

Nilai 3 = Cukup Baik

Nilai 2 = Tidak Baik

Nilai 1 = Sangat Tidak Baik

No.	Aspek	Kriteria	Nilai				
			1	2	3	4	5
1.	Aspek Kognitif	1. Materi yang terdapat pada laboratorium virtual mudah dipahami					
		2. Petunjuk yang ada pada laboratorium virtual sudah sesuai					
		3. Gambar yang terdapat pada laboratorium virtual membuat materi lebih mudah dipahami					

No.	Aspek	Kriteria	Nilai				
			1	2	3	4	5
2.	Aspek Interaktif	4. Tampilan menu utama laboratorium virtual dapat memudahkan untuk menggunakan media					
		5. Jumlah pilihan menu utama pada laboratorium virtual sudah sesuai dengan kebutuhan					
		6. Tata letak menu pilihan tertata dengan baik					
		7. Tampilan menu utama sudah menarik					
		8. Informasi yang ditampilkan dijelaskan secara lengkap					
3.	Aspek Menarik	9. Multimedia interaktif laboratorium virtual dapat menumbuhkan rasa ingin tahu					
		10. Multimedia interaktif laboratorium virtual dapat mengaitkan dengan konsep-konsep dengan realita (kehidupan sehari-hari)					
4.	Aspek Efisien	11. Multimedia interaktif laboratorium virtual dapat meningkatkan kualitas belajar					

No.	Aspek	Kriteria	Nilai				
			1	2	3	4	5
5.	Aspek Kreatif	12. Multimedia interaktif laboratorium virtual dapat memberikan inspirasi dalam pemecahan masalah					
		13. Multimedia interaktif laboratorium virtual dapat membantu dalam proses pembelajaran					

Saran/Komentar

.....

.....

.....

.....

.....

Singaraja,

Responden,

.....

Lampiran 15. Hasil Angket Uji Respon Siswa

ANGKET RESPON SISWA

MULTIMEDIA INTERAKTIF LABORATORIUM VIRTUAL
PRAKTIKUM SIMULASI UJI DNA PADA MATA PELAJARAN BIOLOGI

Petunjuk Pengisian:

1. Pilihlah jawaban yang sesuai dengan pendapat adik-adik setelah menggunakan Laboratorium Virtual ini.
2. Jawablah pertanyaan dengan jujur, tanpa pengaruh dari orang lain karena tidak akan mempengaruhi nilai.
3. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang disediakan sesuai dengan pendapatmu untuk setiap pertanyaan yang diberikan.

Keterangan:

Nilai 5 = Sangat Baik

Nilai 4 = Baik

Nilai 3 = Cukup Baik

Nilai 2 = Tidak Baik

Nilai 1 = Sangat Tidak Baik

No.	Aspek	Kriteria	Nilai				
			1	2	3	4	5
1.	Aspek Kognitif	1. Materi yang terdapat pada laboratorium virtual mudah dipahami					✓
		2. Petunjuk yang ada pada laboratorium virtual sudah sesuai					✓
		3. Gambar yang terdapat pada laboratorium virtual membuat materi lebih mudah dipahami					✓
2.	Aspek Interaktif	4. Tampilan menu utama laboratorium virtual dapat					✓

No.	Aspek	Kriteria	Nilai				
			1	2	3	4	5
		memudahkan untuk menggunakan media					
		5. Jumlah pilihan menu utama pada laboratorium virtual sudah sesuai dengan kebutuhan					✓
		6. Tata letak menu pilihan tertata dengan baik					✓
		7. Tampilan menu utama sudah menarik					✓
		8. Informasi yang ditampilkan dijelaskan secara lengkap					✓
3.	Aspek Menarik	9. Multimedia interaktif laboratorium virtual dapat menumbuhkan rasa ingin tahu					✓
		10. Multimedia interaktif laboratorium virtual dapat mengaitkan dengan konsep-konsep dengan realita (kehidupan sehari-hari)				✓	
4.	Aspek Efisien	11. Multimedia interaktif laboratorium virtual dapat meningkatkan kualitas belajar					✓
5.	Aspek Kreatif	12. Multimedia interaktif laboratorium virtual dapat memberikan inspirasi					✓

No.	Aspek	Kriteria	Nilai				
			1	2	3	4	5
		dalam pemecahan masalah					
		13. Multimedia interaktif laboratorium virtual dapat membantu dalam proses pembelajaran					✓

Saran/Komentar

Untuk laboratorium virtual ini sangat bagus dimana
 Pematikan digital ini / saat ini sangat luas dengan adanya
 Lab virtual ini membuat para pelajar memanfaatkan
 digital dengan baik dan belajar lebih menarik.

Singaraja, 10.12.2025

Responden,



Lp. Dinda Aria Putri



Lampiran 16. Hasil Uji Respon Siswa

Responden	Aspek yang Dinilai					Jumlah Skor Per-Resonden
	Aspek Kognitif	Aspek Interaktif	Aspek Menarik	Aspek Efisien	Aspek Kreatif	
Siswa 1	13	22	9	4	8	56
Siswa 2	12	21	8	4	8	53
Siswa 3	14	24	9	4	9	60
Siswa 4	14	24	10	4	9	61
Siswa 5	15	25	10	3	10	63
Siswa 6	13	22	9	5	9	58
Siswa 7	15	24	8	4	9	60
Siswa 8	14	22	9	3	8	56
Siswa 9	14	23	10	5	8	60
Siswa 10	8	10	5	2	5	30
Siswa 11	11	20	7	4	9	51
Siswa 12	12	21	9	4	10	56
Siswa 13	11	15	7	4	8	45
Siswa 14	12	22	9	4	8	55
Siswa 15	11	16	8	4	8	47
Siswa 16	10	25	9	3	8	56
Siswa 17	10	24	7	3	7	51
Siswa 18	15	25	9	5	10	64
Siswa 19	14	27	8	5	10	64
Siswa 20	15	24	10	5	9	63
Siswa 21	14	24	9	5	8	60
Siswa 22	14	23	8	5	10	60
Siswa 23	11	21	8	5	9	54
Siswa 24	11	20	7	3	8	49
Siswa 25	10	17	8	4	8	47
Siswa 26	15	23	8	4	9	59
Siswa 27	14	22	10	5	9	60

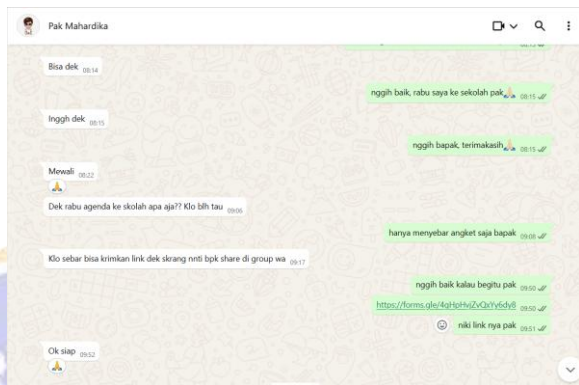
Siswa 28	15	25	10	5	10	65
Siswa 29	7	10	8	1	5	31
Siswa 30	13	24	7	5	10	59
Siswa 31	13	23	8	3	8	55
Siswa 32	15	24	9	5	9	62
Siswa 33	15	23	8	4	10	60
Siswa 34	13	22	9	5	10	59
Siswa 35	10	21	6	4	6	47
Skor	443	758	293	142	299	1.936
Skor Maksimum Ideal	15	25	10	5	10	65
Skor Minimum Ideal	13					
Mi	39					
SDi	8,7					
x	55,31					
Kriteria	Sangat Baik					

Genetika	Materi
<p>Gen</p>	<p>1. Apa itu Gen?</p> <p>Gen bisa disebut sebagai “kode rahasia kehidupan”.</p> <p>Ia adalah unit terkecil dari pewarisan sifat yang mengatur bagaimana kita tumbuh dan berkembang.</p> <p>Misalnya, ada gen yang menentukan warna kulit, dan bentuk rambut!</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gen terletak di bagian tertentu pada kromosom yang disebut lokus. ➤ Setiap gen memiliki tugas khusus, dan tidak semua gen aktif di waktu yang sama, ada gen yang bekerja saat kita masih janin, ada yang baru aktif ketika dewasa. <p>(icon) Fakta Menarik:</p> <p>Istilah <i>gen</i> pertama kali diperkenalkan oleh Thomas Hunt Morgan pada tahun 1911!</p>
<p>DNA</p>	<p>2. DNA (Deoxyribonucleic Acid) bisa dianggap sebagai “buku resep tubuh”. Semua informasi tentang genetik yang ter-ekspresi menjadi bentuk tubuh.</p> <p>DNA tersusun atas tiga komponen utama:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Gula deoksiribosa 2) Gugus fosfat 3) Basa nitrogen (Adenin [A], Timin [T], Guanin [G], dan Sitosin [C])

	<p>Bentuk DNA seperti tangga spiral ganda (double helix).</p> <p>Setiap “anak tangga” adalah pasangan basa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ A selalu berpasangan dengan T ➤ G selalu berpasangan dengan C <p>DNA juga bisa bereplikasi, artinya membuat salinan dirinya sendiri agar sifat diwariskan ke generasi berikutnya.</p>
RNA	<p>3. Apa itu RNA?</p> <p>RNA (Ribonucleic Acid) adalah “pembawa pesan genetik” dari DNA.</p> <p>Sebagai analogi, kalau DNA adalah buku resep, RNA adalah koki yang membawa resep itu ke dapur (ribosom) untuk membuat sentesa protein yang dibutuhkan tubuh.</p> <p>Ada tiga jenis RNA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RNA messenger (mRNA): membawa pesan genetik dari DNA. • RNA transfer (tRNA): membawa asam amino untuk menyusun protein. • RNA ribosom (rRNA): tempat pembuatan protein. <p>RNA berbentuk untai tunggal (single helix) dimana basa timin (T) berganti dengan urasil (U).</p>
Kromosom	<p>4. Apa itu Kromosom?</p> <p>Kromosom adalah “pembungkus rapi DNA” di dalam inti sel.</p>

	<p>Ketika sel akan membelah, DNA menggulung rapat membentuk kromosom agar mudah terbagi ke sel baru.</p> <p>Setiap manusia memiliki 46 kromosom (23 pasang):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 22 pasang disebut autosom (kromosom tubuh). • 1 pasang disebut gonosom (kromosom kelamin). <p>  Perempuan: 22AA + XX  Laki-laki: 22AA + XY </p> <p>Artinya, kromosom juga menentukan jenis kelamin kita!</p> <p>Kromosom diwariskan dari kedua orang tua — setengah dari ayah, setengah dari ibu.</p>
--	--

Lampiran 18. Dokumentasi



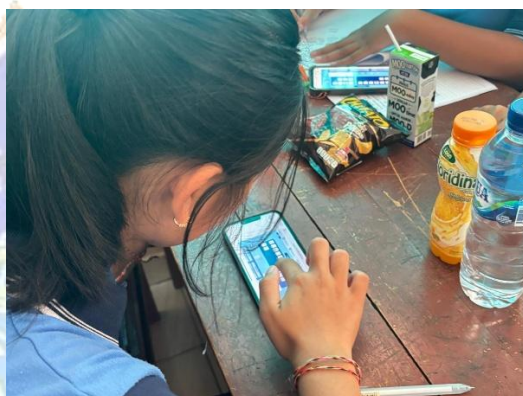
Kunjungan Observasi Awal



Uji Validasi Ahli Isi



Uji Validasi Ahli Media



Implementasi Multimedia Interaktif Laboratorium Virtual



Uji Respon Siswa