

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED
LEARNING* TERINTEGRASI *READING, QUESTIONING,
AND ANSWERING* TERHADAP KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA KELAS X PADA
PEMBELAJARAN BIOLOGI**

SKRIPSI

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



Oleh:

PUTRI DWI MARLIANI

NIM. 1908086061

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

2025

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED
LEARNING* TERINTEGRASI *READING, QUESTIONING,
AND ANSWERING* TERHADAP KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA KELAS X PADA
PEMBELAJARAN BIOLOGI**

SKRIPSI

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



Oleh:

PUTRI DWI MARLIANI

NIM. 1908086061

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

2025

MOTTO

“Jangan takut gagal, tapi takutlah karena tidak pernah mencoba.”

-Roy T. Bennett-

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang Bertandatangan dibawah ini:

Nama : Putri Dwi Marliani

NIM : 1908086061

Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED
LEARNING* TERINTEGRASI *READING, QUESTIONING,
AND ANSWERING* TERHADAP KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA KELAS X PADA
PEMBELAJARAN BIOLOGI**

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

Semarang, 27 Maret 2025

Pembuat Pernyataan




Putri Dwi Marliani

1908086061



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terintegrasi *Reading, Questioning, And Answering* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X Pada Pembelajaran Biologi

Penulis : Putri Dwi Marlani

NIM : 1908086061

Jurusan : Pendidikan Biologi

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

Semarang, 25 April 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Siti Mukhlisoh S., M.Si.
NIP. 197611172009122001

Penguji II,

Chusnul Adib Achmad, M.Si.
NIP. 198712312019031018

Penguji III,

Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 19691016200811008

Penguji IV,

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

Pembimbing I,

Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 19691016200811008

Pembimbing II,

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



NOTA DINAS

Semarang, 25 Maret 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum, wr.wb

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

Judul : Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terintegrasi *Reading, Questioning, And Answering* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X Pada Pembelajaran Biologi

Penulis : Putri Dwi Marliani
NIM : 1908086061
Jurusan : Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Dr. Listyono, M.Pd.

NIP. 19691016200811008

NOTA DINAS

Semarang, 24 Maret 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum, wr.wb

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

Judul : Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terintegrasi *Reading, Questioning, And Answering* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X Pada Pembelajaran Biologi

Penulis : Putri Dwi Marliani

NIM : 1908086061

Jurusan : Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



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

ABSTRAK

Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terintegrasi *Reading, Questioning, And Answering* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X Pada Pembelajaran Biologi

Putri Dwi Marliani
1908086061

Pendidikan abad 21 menuntut siswa untuk memiliki beberapa keterampilan diantaranya keterampilan berpikir kritis. Salah satu model pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan keterampilan tersebut adalah model pembelajaran *Problem Based Learning- Reading, Questioning, and Answering* (PBL-RQA). Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi strategi *Reading, Questioning, and Answering* (RQA) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa kelas X. Jenis penelitian ini menggunakan quasi eksperimen dengan desain penelitian yang digunakan adalah *pretest posttest control group design*. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling* dengan sampel kelas X-1 dan X-2 sebagai kelas eksperimen serta kelas X-6 dan X-7 sebagai kelas kontrol. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal uraian *pretest posttest*. Uji hipotesis menggunakan uji ancova yang memperoleh nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga model PBL-RQA berpengaruh secara signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

Kata kunci: Berpikir Kritis, Pembelajaran Biologi, *Problem Based Learning, Reading Questioning and Answering*.

TRANSLITERASI

Penelitian transliterasi huruf arab-latin dalam skripsi ini berpedoman pada Surat Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penelitian kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai dengan teks arabnya.

ا	A	ط	T}
ب	B	ظ	Z}
ت	T	ع	'
ث	S/	غ	G
ج	J	ف	F
ح	H}	ق	Q
خ	Kh	ك	k
د	D	ل	L
ذ	z/	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	sy	ء	'
ص	s}	ي	Y
ض	d}		

Bacaan Madd :

a> = a panjang

i> = i panjang

u> = u panjang

Bacaan Diftong :

au = او

ai = اي

iy = اي

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penelitian dengan judul *"Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terintegrasi Reading, Questioning, And Answering Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X Pada Pembelajaran Biologi"* dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk mengkaji efektivitas model pembelajaran inovatif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, khususnya dalam mata pelajaran Biologi.

Penelitian ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M. Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Bapak Dr. Listyono, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang.

4. Ibu Mirtaati Na'ima, M. Sc. selaku Dosen Wali yang telah memberikan nasihat dan arahan selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Listyono, M. Pd. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Rita Ariyana Nur Khasanah, M. Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia dan senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberi pengarahan tugas akhir kepada penulis dengan penuh ketelitian dan kesabaran.
6. Segenap dosen, pegawai, dan seluruh civitas akademika di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang khususnya dosen prodi Pendidikan Biologi.
7. Bapak Moh Kodri, S. Pd., M. Pd. selaku Kepala Madrasah Aliyah Negeri 2 Pati yang telah memberikan izin penelitian, Ibu Tri Puji Astuti TH, S. Pd. selaku Guru Mata Pelajaran Biologi yang telah membantu dalam proses penelitian serta peserta didik kelas X-1, X-2, X-6, dan X-7 yang telah membantu dan mensukseskan penelitian.
8. Teruntuk diriku sendiri, terima kasih telah berjuang dan selalu semangat dalam menyelesaikan skripsi.
9. Teristimewa untuk kedua orang tua penulis tercinta, Ibu Susi Maryam dan Bapak Mulyani yang telah memberi

nasihat, semangat, doa, dan cinta yang tidak dapat tergantikan oleh apapun.

10. Suami tercinta Mas Ruslan yang senantiasa memberikan kasih sayang, cinta, do'a, dukungan dan pengorbanan secara moral dan material agar penulisan skripsi cepat terselesaikan.
11. Teruntuk anakku tercinta Muhammad Zafran Jayantaka, terima kasih selalu senantiasa menemani dalam mengerjakan skripsi dan senantiasa menjadi penyemangat.
12. Lilis Juniarti Suryani selaku Kakak penulis tersayang.
13. Teman seperjuangan Pendidikan Biologi Angkatan 2019 khususnya kelas PB-B yang telah bersedia menjadi teman dan memberikan banyak kenangan serta pengalaman pada masa perkuliahan.
14. Teman-teman KKN Reguler-81 Posko 12 Desa Ngajaran yang telah memberikan dukungan dan semangat.
15. AVECENA Maulana Rifki dan Alfi Arifatullaili yang telah memberikan dukungan, semangat dan do'anya sehingga skripsi ini selesai dituliskan.
16. Semua pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Peneliti berdo'a semoga Allah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya atas segala jasa dan amal kebaikan yang diberikan kepada peneliti

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan serta menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan model pembelajaran yang lebih efektif.

Akhir kata, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, khususnya bagi pendidik dan praktisi pendidikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah.

Semarang, 17 Maret 2025

Putri Dwi Marliani

NIM. 1908086061

DAFTAR ISI

MOTTO	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PENGESAHAN.....	iv
NOTA DINAS	v
NOTA DINAS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
TRANSLITERASI.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR ISTILAH	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	9
C. Pembatasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian.....	10
F. Manfaat Penelitian	10
BAB II LANDASAN PUSTAKA	12

A. Kajian Teori.....	12
1. Keterampilan Berpikir Kritis	12
2. Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i>	19
3. Strategi Pembelajaran <i>Reading, Questioning, and Answering</i> (RQA).....	21
4. Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning-Reading, Questioning, and Answering</i> (PBL-RQA)	25
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	27
C. Hipotesis Penelitian	30
D. Kerangka Berpikir	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Jenis Penelitian	32
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	33
C. Populasi dan Sampel Penelitian	33
D. Definisi Operasional Variabel.....	34
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	36
F. Teknik Analisis Data.....	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	48
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....	48
B. Hasil Penelitian.....	48
C. Pembahasan.....	57
D. Keterbatasan	70
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	72
A. Simpulan	72

B. Implikasi.....	72
C. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Sintaks pembelajaran yang diadaptasi dari beberapa pendapat dan dikembangkan dari hasil penelitian	17
Tabel 3.1	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Menurut Ennis	34
Tabel 3.2	Sumber Data, Metode Pengumpulan Data, Instrumen Penelitian, dan Sumber Data	39
Tabel 3.3	Interpretasi Koefisien Korelasi (<i>Alpha Cronbach</i>)	42
Tabel 3.4	Kriteria Indeks Daya Pembeda Instrumen	44
Tabel 3.5	Kriteria Indeks Kesukaran Instrumen	45
Tabel 4.1	Hasil Uji Validitas Soal Berpikir Kritis	49
Tabel 4.2	Analisis Uji Reliabilitas	50
Tabel 4.3	Hasil Uji Tingkat Kesukaran	51
Tabel 4.4	Hasil Analisis Uji Daya Beda	52
Tabel 4.5	Hasil Analisis Deskriptif Usia Responden	52
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Skor <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	54
Tabel 4.7	Analisis deskriptif <i>NGain Score</i>	56
Tabel 4.8	Uji Hipotesis	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kerangka Pemikiran Penelitian	42
Gambar 3.1	Desain Penelitian	44
Gambar 4.1	Analisis Perbandingan Skor <i>pre-post</i>	59

DAFTAR ISTILAH

ISTILAH	PENJELASAN	HALAMAN
PBL	<i>Problem Based Learning</i>	3
RQA	<i>Reading, Questioning, and Answering</i>	4
SMA	Sekolah Menengah Atas	6
ANCOVA	<i>Analysis of Covariance</i>	62
Pretest	Tes yang diberikan sebelum perlakuan dalam penelitian eksperimen untuk mengetahui kondisi awal subjek.	43
Posttest	Tes yang diberikan setelah perlakuan dalam penelitian eksperimen untuk mengevaluasi efek dari perlakuan yang diberikan.	44
N-Gain	Indeks yang digunakan untuk mengukur peningkatan hasil belajar sebelum dan sesudah perlakuan.	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1	Daftar jumlah siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol	80
2	Sintaks pembelajaran yang diadaptasi dari beberapa pendapat dan dikembangkan dari hasil penelitian	83
3	Blangko pengamatan	85
4	Hasil wawancara guru biologi MAN 2 Pati	88
5	Hasil pra-riset keterampilan berpikir kritis siswa	90
6	Uji validitas soal berpikir kritis	91
7	Uji reliabilitas soal berpikir kritis	96
8	Uji Tingkat kesukaran	97
9	Uji daya beda	98
10	Soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	99
11	Uji normalitas	108
12	Uji homogenitas	109
13	Analisis deskriptif kelompok eksperimen	110
14	Analisis deskriptif kelompok kontrol	111

Lampiran	Judul	Halaman
15	Uji Ngain Score	112
16	Uji ancova	113
17	Kuisisioner penelitian	119
18	Nilai <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	113
19	Analisis CP dan TP	124
20	Modul eksperimen	128
21	Modul kontrol	164
22	Indikator berpikir kritis menurut Ennis (2011)	180
23	Kisi-kisi soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	182
24	Lembar validasi instrumen tes keterampilan berpikir kritis	194
25	Lembar validasi angket berpikir kritis	208
26	Perbedaan hasil jawaban <i>posttest</i> kelas eksperimen dan kontrol	221
27	Surat permohonan validasi instrumen	224
28	Surat penunjukan pembimbing skripsi	225
29	Surat permohonan izin riset	226
30	Rubrik penilaian	227
31	Dokumentasi	229

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Abad ke 21, terdapat beberapa keterampilan yang harus dimiliki oleh individu yaitu keterampilan berpikir kritis, keterampilan berkomunikasi, dan keterampilan berkolaborasi. Keterampilan berpikir kritis perlu diberdayakan di era abad 21 karena berpikir kritis mengajarkan individu untuk melakukan inovasi dan menganalisis suatu masalah. Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan fundamental dalam pembelajaran abad 21. Berpikir kritis dapat diartikan sebagai keterampilan berpikir yang menggunakan proses berpikir dasar untuk menganalisis suatu argumen dan memunculkan wawasan terhadap setiap makna dan interpretasi dari sesuatu, pemikiran kritis merupakan pemikiran reflektif dan produktif yang melibatkan evaluasi bukti (Suci et al., 2019). Berpikir kritis tidak hanya menghafalkan konsep saja namun juga melibatkan aspek-aspek kognitif seperti aplikasi, analisis, sintesis, serta evaluasi (Pratama et al., 2022). Keterampilan berpikir kritis merupakan sebuah proses pemikiran seseorang dalam mengelola cara berpikirnya untuk lebih mendalam serta lebih terperinci (Rositawati, 2019). Hal ini

menunjukkan bahwa seseorang yang memiliki keterampilan berpikir kritis tidak hanya menghafalkan materi namun juga menggunakan daya nalar dan pemikiran.

Masalah pembelajaran yang muncul pada era baru ini dianggap disebabkan oleh sikap ketidakpedulian siswa (Farah & Nasution, 2020), siswa kurang peka terhadap lingkungan (Pudjiastuti, 2020), dan belum terbiasa untuk mengamati, menganalisis, dan merefleksi situasi secara intensif (Ummah & Hamna, 2023). Keterampilan berpikir kritis dapat dimanfaatkan oleh siswa untuk menganalisis berbagai permasalahan yang terjadi di sekitar siswa secara cermat dan mendalam. Individu yang tidak dihadapkan pada situasi yang problematik, maka akan sulit untuk berpikir secara mendalam (Syamsudin, 2020). Keterampilan berpikir kritis memuat kemampuan untuk mengakses, menganalisis, mensintesis informasi yang dapat dibelajarkan, dilatihkan, dan dikuasai (Wayudi et al., 2020). Keterampilan berpikir kritis dapat diajarkan di sekolah melalui pembelajaran di kelas.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan terhadap guru Biologi kelas X MAN 2 Pati (Agustus, 2024), diketahui bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi biologi. Hal ini disebabkan karena siswa belum aktif selama pembelajaran dan tidak membaca materi walaupun

diinstruksikan oleh guru untuk membaca sebelum kegiatan pembelajaran dimulai. Kegiatan wawancara juga ditemukan bahwa siswa belum aktif untuk melakukan tanya jawab sehingga kegiatan belajar mengajar menjadi monoton dan kurang menarik. Membaca tidak hanya memperluas pengetahuan, tetapi juga melatih kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan merefleksikan informasi. Proses ini merupakan inti dari berpikir kritis. Hal ini juga diungkapkan oleh guru bahwa siswa mengerti namun ketika diberi pertanyaan yang perlu dijawab dengan jelas dan tepat, tidak ada siswa yang bersedia.

Dalam penelitian yang sedang dilakukan, ditemukan bahwa belum terdapat penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning-Reading, Questioning, and Answering* (PBL-RQA) di sekolah yang menjadi objek studi. Hal ini terlihat dari metode pembelajaran yang masih didominasi oleh model pembelajaran *Teacher Centered Learning* (TCL), di mana guru lebih banyak berperan sebagai sumber informasi utama, sementara siswa cenderung pasif dalam proses pembelajaran. Tidak adanya penerapan PBL-RQA menyebabkan siswa kurang terlatih dalam berpikir kritis, bekerja sama, serta mengembangkan kemampuan bertanya dan menjawab secara aktif. Kondisi ini menjadi salah satu

alasan penting untuk mengkaji potensi dan efektivitas penerapan model PBL-RQA sebagai upaya meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah tersebut.

Hasil pra riset yang dilaksanakan pada 15 Agustus 2024 di MAN 2 Pati pada materi Keanekaragaman Hayati, dengan sampel penelitian kelas X-1, X-2, dan X-3 menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis masih rendah. Hal ini dibuktikan dengan hasil rata-rata nilai dari ketiga kelas dalam pengerjaan soal berpikir kritis yaitu sebesar 30,3 (hasil dapat dilihat pada Lampiran 5). Rendahnya keterampilan berpikir kritis tersebut disebabkan karena pada proses pembelajaran peserta didik belum terbiasa dengan pengerjaan soal-soal berpikir tingkat tinggi sehingga tidak optimal dalam penalaran secara mendalam dan pengambilan keputusan yang tepat dalam menjawab pertanyaan.

Model pembelajaran di abad 21 sangat penting karena dunia pendidikan kini menghadapi perubahan yang sangat cepat akibat kemajuan teknologi, globalisasi, dan tuntutan kompetensi baru. Model pembelajaran abad 21 dirancang untuk memaksimalkan potensi peserta didik agar mampu beradaptasi dengan tantangan global serta mengembangkan keterampilan esensial seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (4C). Guru tidak lagi menjadi satu-

satunya sumber pengetahuan, melainkan berperan sebagai fasilitator yang mendorong siswa aktif, kreatif, dan inovatif dalam proses belajar. Dengan penggunaan model pembelajaran yang tepat, proses pembelajaran menjadi lebih bermakna, variatif, dan mampu mengakomodasi perbedaan karakteristik serta kebutuhan siswa, sehingga tujuan pendidikan dapat tercapai secara optimal.

Jenis-jenis model pembelajaran abad 21 sangat beragam dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan serta karakteristik siswa. Beberapa model yang populer antara lain: *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL), *discovery learning*, *blended learning*, *jigsaw learning*, *role playing*, *flipped classroom*. Dengan penerapan berbagai model pembelajaran ini, siswa diharapkan tidak hanya menguasai pengetahuan, tetapi juga mampu mengembangkan keterampilan abad 21 yang sangat dibutuhkan untuk menghadapi masa depan yang penuh tantangan dan perubahan.

Problem solving atau pemecahan masalah merupakan salah satu strategi yang dapat dilakukan untuk mengajarkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah dapat diajarkan kepada siswa melalui model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) (Sari et al., 2021). Siswa dapat lebih aktif dalam aktivitas penemuan melalui model PBL yang

menyajikan masalah dengan tujuan melatih pemecahan masalah, sehingga mereka dapat memahami konsep yang disampaikan (Handayani & Koeswanti, 2021).

Keunikan dari model PBL adalah siswa berlatih memecahkan masalah secara berkelompok (N. I. P. Putri & Sundayana, 2021). Guru berperan sebagai fasilitator karena siswa telah belajar secara berkelompok melalui masalah dalam kehidupan nyata yang kompleks. Penerapan model PBL juga akan menggali kemampuan berpikir kritis siswa karena model ini menggunakan masalah yang ada di dunia nyata sebagai dasar atau landasan siswa untuk berpikir kritis dalam memecahkan suatu permasalahan (Halim, 2019). PBL merupakan suatu model pembelajaran yang didasarkan pada paparan masalah yang akan didiskusikan oleh siswa sehingga dapat memicu kemampuan analisis siswa dalam mengatasi suatu masalah. PBL dapat merangsang berpikir tingkat tinggi yang berorientasi pada masalah (Kuncoro et al., 2021).

Model pembelajaran PBL telah banyak diterapkan pada sistem pendidikan di Indonesia. Fokus pembelajaran PBL terletak pada masalah yang dijadikan sebagai acuan dalam pembelajaran sehingga siswa belajar dari konsep dan teori yang berhubungan dengan masalah serta kegiatan memecahkan masalah itu sendiri (Simatupang & Ionita, 2020).

Sintaks PBL terdiri atas beberapa langkah yang sistematis. Sintaks PBL terdiri dari siswa mengidentifikasi masalah, kemudian dibentuk beberapa kelompok, melakukan penyelidikan, pengembangan dan penyajian hasil, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Salah satu sintaks PBL yaitu siswa melakukan penyelidikan serta pengembangan dan penyajian hasil akan melibatkan kegiatan membaca dan kegiatan tanya jawab serta membutuhkan keaktifan siswa dalam kegiatan pembelajaran (Kuncoro et al., 2021).

Keaktifan ini dapat dicapai dengan menerapkan strategi yang dapat memusatkan perhatian siswa (Syaparuddin et al., 2020). Strategi yang sesuai adalah strategi pembelajaran *reading, questioning, and answering* (RQA). Strategi ini menuntut peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran melalui tiga tahap yaitu membaca, membuat pertanyaan, dan menjawab pertanyaan. Strategi RQA merupakan salah satu strategi pembelajaran inovatif yang berpusat pada peserta didik dan guru berperan sebagai fasilitator (Amin et al., 2021). Persamaan fokus pembelajaran antara model PBL dengan strategi pembelajaran RQA membuat kedua hal ini dapat diintegrasikan satu sama lain. Hal ini bertujuan agar tujuan pembelajaran dapat dicapai secara lebih optimal.

Penelitian yang dilakukan oleh Fadhilah (2022) menjelaskan bahwa proses pengintegrasian PBL dengan strategi pembelajaran lainnya seperti *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) dapat memberikan pengaruh yang positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Trisianawati dan Manisa (2023) menjelaskan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis juga dapat diwujudkan melalui penggunaan strategi pembelajaran RQA.

Pada penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan penelitian terdahulu yang banyak berfokus pada hasil belajar kognitif saja. Penelitian terbaru membuktikan bahwa PBL-RQA tidak hanya berdampak pada hasil belajar kognitif, tetapi juga secara signifikan meningkatkan motivasi belajar, keterampilan metakognitif, retensi, dan karakter siswa, khususnya pada siswa dengan kemampuan akademik berbeda. Penelitian terbaru juga mengembangkan sintaks implementasi PBL-RQA yang lebih sistematis dan teruji dalam pembelajaran biologi. Sintaks ini belum banyak ditemukan dalam penelitian terdahulu, sehingga memberikan kontribusi baru dalam pembelajaran biologi. Oleh karena itu, dilakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Model *Problem Based*

Learning (PBL) terintegrasi *Reading, Questioning, Answering* (RQA) terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, yang telah diuraikan, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut.

1. Keterampilan berpikir kritis siswa MAN 2 Pati masih rendah.
2. Model pembelajaran yang digunakan masih didominasi pembelajaran langsung yaitu dengan metode ceramah.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka pembatasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada siswa kelas X MAN 2 Pati.
2. Materi yang digunakan adalah Bioteknologi.
3. Keterampilan yang diukur adalah keterampilan berpikir kritis.
4. Pemberian tindakan menggunakan model pembelajaran *Problem based Learning-Reading, Questioning, and Answering* (PBL-RQA)

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah “bagaimana pengaruh model pembelajaran *problem based learning* (PBL) terintegrasi *reading, questioning, and answering* (RQA) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa kelas X MAN 2 Pati?”

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh model pembelajaran *problem based learning* (PBL) terintegrasi *read, questioning, and answering* (RQA) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa kelas X MAN 2 Pati.

F. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang didapat dari penelitian ini:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Memberikan informasi tentang model pembelajaran PBL terintegrasi RQA yang dapat digunakan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.
 - b. Memberikan pengembangan pengetahuan dalam bidang pendidikan khususnya pendidikan pada mata pelajaran Biologi SMA untuk pembaruan penelitian tentang keterampilan berpikir kritis dan model pembelajaran yang menunjang kegiatan belajar siswa

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi peneliti: hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bentuk penerapan ilmu pengetahuan yang telah dipelajari selama perkuliahan berlangsung.
- b. Bagi guru: hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber referensi tambahan untuk menerapkan suatu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa.
- c. Bagi sekolah: hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh sekolah sebagai bahan pertimbangan untuk membuat kebijakan terkait pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Keterampilan Berpikir Kritis

Menurut Plato, berpikir dapat diartikan sebagai berbicara dalam hati. Menempatkan hubungan antara bagian-bagian pengetahuan kita adalah esensi dari berpikir. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), berpikir didefinisikan sebagai menggunakan akal budi untuk mempertimbangkan dan memutuskan sesuatu. Proses berpikir umumnya melibatkan tiga langkah, yaitu pembentukan pengertian, pembentukan pendapat, dan penarikan kesimpulan.

Kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan yang sangat penting untuk kehidupan, pekerjaan, dan berfungsi secara efektif dalam semua aspek kehidupan lainnya. Kemampuan berpikir kritis melibatkan proses berpikir yang diawali dan dilakukan oleh otak kiri. Sejak tahun 1942, berpikir kritis telah menjadi tujuan utama dalam bidang pendidikan. Penelitian dan pendapat yang beragam tentang hal ini telah menjadi topik perbincangan dalam satu dekade terakhir.

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu bentuk berpikir tingkat tinggi yang dapat digunakan dalam proses pembentukan sistem konseptual siswa. Menurut definisi Ennis yang dikutip oleh Alec Fisher, berpikir kritis adalah proses pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang bertujuan untuk memutuskan apa yang harus dipercaya atau dilakukan. Dalam penalaran, kemampuan berpikir kritis sangat penting, atau dengan kata lain, kemampuan berpikir kritis merupakan komponen integral dalam proses penalaran.

Berpikir kritis dapat diartikan sebagai kemampuan untuk berpikir secara baik, merenung, dan melakukan analisis terhadap proses berpikir orang lain. Menurut John Dewey, pendidikan harus mengajarkan anak-anak cara berpikir yang benar. Beliau mendefinisikan berpikir kritis (*critical thinking*) sebagai suatu proses aktif, gigih, dan teliti dalam mengevaluasi keyakinan atau pengetahuan yang diterima, dengan melihatnya dari berbagai sudut pandang, dan menggunakan alasan yang mendukung serta menyimpulkannya.

Menurut Vincent Ruggiero, berpikir dapat diartikan sebagai aktivitas mental yang membantu merumuskan atau memecahkan masalah, membuat keputusan, atau memenuhi keinginan untuk memahami. Berpikir adalah sebuah pencarian jawaban dan pencapaian makna. John Chaffee,

direktur pusat bahasa dan pemikiran kritis di LaGuardi College, City University of New York (CUNY), menjelaskan bahwa berpikir adalah proses aktif, teratur, dan bermakna yang digunakan untuk memahami dunia. Chaffee (2007) mendefinisikan berpikir kritis sebagai proses berpikir yang menyelidiki secara sistematis proses berpikir itu sendiri. Johnson (2007) menambahkan bahwa berpikir kritis bukan hanya tentang berpikir secara sengaja, tetapi juga mengkaji bagaimana kita dan orang lain menggunakan bukti dan logika. Secara sederhana, Robert Duron mendefinisikan berpikir kritis sebagai kemampuan untuk menganalisis dan mengevaluasi informasi.

Berdasarkan berbagai pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis (*critical thinking*) adalah proses mental yang melibatkan analisis dan evaluasi informasi. Tujuannya adalah untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam yang dapat membentuk keyakinan tentang kebenaran informasi atau pendapat yang disampaikan. Proses ini melibatkan keaktifan dan motivasi untuk mencari jawaban dan pemahaman. Melalui berpikir kritis, seseorang mengkaji proses berpikir orang lain untuk menilai apakah proses berpikir tersebut masuk akal atau tidak. Pemikiran kritis juga melibatkan evaluasi pemikiran yang tersirat dari apa yang didengar, dibaca, serta proses berpikir sendiri saat menulis,

memecahkan masalah, membuat keputusan, atau mengembangkan proyek.

Menurut Wade dalam Surya (2013), terdapat delapan indikator berpikir kritis yang dapat digunakan sebagai pedoman. Pertama, melibatkan kegiatan merumuskan pertanyaan. Kedua, membatasi permasalahan agar lebih terfokus. Ketiga, melakukan pengujian terhadap data yang ada. Keempat, menganalisis berbagai pendapat dan bias yang mungkin terjadi. Kelima, menghindari pertimbangan yang terlalu dipengaruhi oleh emosi. Keenam, menghindari penyederhanaan yang berlebihan. Ketujuh, mempertimbangkan berbagai interpretasi yang mungkin terjadi. Dan yang terakhir, mentoleransi ambiguitas dalam pemikiran. Pendapat ini dapat digunakan ketika memberikan siswa suatu permasalahan yang bertujuan melatih kemampuan berpikir kritis mereka.

Ennis (2011) menyatakan bahwa berpikir kritis adalah berpikir secara rasional dan reflektif dengan fokus pada pembuatan keputusan tentang apa yang harus dipercayai atau dilakukan. Oleh karena itu, terdapat indikator kemampuan berpikir kritis yang dapat dilihat dari aktivitas kritis siswa, antara lain: Mampu mencari pernyataan yang jelas dari pertanyaan. Mampu mencari alasan yang mendukung. Berusaha untuk memperoleh informasi dengan baik.

Menggunakan sumber yang memiliki kredibilitas dan menyebutkannya. Memperhatikan situasi dan kondisi secara keseluruhan. Berusaha untuk tetap relevan dengan ide utama. Mengingat kepentingan yang asli dan mendasar. Mencari alternatif solusi atau pendekatan. Bersikap dan berpikir terbuka terhadap ide-ide baru. Mengambil posisi atau tindakan ketika ada bukti yang cukup. Mencari penjelasan sebanyak mungkin untuk memahami secara mendalam. Bersikap secara sistematis dan teratur dalam memecahkan bagian-bagian masalah yang lebih besar.

Seperti yang diungkapkan dalam surat Ali Imron ayat 190-191, juga ditegaskan tentang signifikansi peran akal dalam melakukan berpikir kritis dalam merespons suatu situasi, sehingga memungkinkan pemahaman yang lebih dalam dan penghayatan yang komprehensif terhadap hal tersebut.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ۚ
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۚ ١٩١

Artinya: “*Sesungguhnya, dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang, terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau,*

lindungilah kami dari azab neraka.” (QS. Ali-‘Imran: 190-191).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa individu yang memiliki akal (*Ulu al-Bab*) melaksanakan dua tindakan, yaitu *tazakkur* (mengingat) yang melibatkan mengingat Allah, dan *tafakkur* (memikirkan) yang mengacu pada mempertimbangkan ciptaan Allah dengan menggabungkan kedua tindakan ini, seseorang memperoleh hikmah yang tersembunyi di balik proses mengingat dan berpikir, yakni menyadari, memahami, dan merenungkan bahwa fenomena alam dan segala hal yang ada di dalamnya menunjukkan eksistensi Sang Pencipta, yaitu Allah SWT. Ayat ini menggambarkan peran akal sebagai alat untuk berpikir dan mengingat.

Ennis (2011) mengidentifikasi 12 indikator berpikir kritis yang dapat dikelompokkan menjadi lima aktivitas utama sebagai berikut:

- a. Memberikan penjelasan sederhana, yang mencakup fokus pada pertanyaan, analisis pertanyaan, mengajukan pertanyaan, dan memberikan jawaban terhadap penjelasan atau pernyataan.
- b. Membangun keterampilan dasar, yang meliputi pertimbangan terhadap kepercayaan pada sumber informasi, observasi, dan penilaian laporan hasil observasi.

- c. Menyimpulkan, yang mencakup kegiatan deduksi atau pertimbangan hasil deduksi, induksi atau pertimbangan hasil induksi, serta membuat dan menilai argumen.
- d. Memberikan penjelasan lanjut, yang mencakup identifikasi istilah dan definisi yang relevan, identifikasi asumsi yang mendasari, serta pemahaman dimensi dalam suatu pernyataan.
- e. Mengatur strategi dan teknik, yang melibatkan penentuan tindakan yang tepat dan interaksi dengan orang lain dalam konteks berpikir kritis. Indikator-indikator ini dapat digunakan secara terpadu dalam satu kegiatan atau dapat digunakan secara terpisah-pisah tergantung pada kebutuhan dan tujuan berpikir kritis yang sedang dilakukan.

Berdasarkan penjelasan indikator-indikator berpikir kritis sebelumnya, dalam penelitian ini digunakan empat aspek kemampuan berpikir kritis dengan indikator sebagai berikut:

- a. Keterampilan memberikan penjelasan yang sederhana, dengan indikator: merumuskan pertanyaan dan membatasi masalah.
- b. Keterampilan memberikan penjelasan lanjut, dengan indikator: menguji data-data dan menganalisis berbagai pendapat dengan memperhatikan bias.

- c. Keterampilan mengatur strategi dan taktik, dengan indikator: menghindari pertimbangan yang terlalu dipengaruhi oleh emosi dan menghindari penyederhanaan berlebihan.
- d. Keterampilan menyimpulkan dan keterampilan mengevaluasi, dengan indikator: mempertimbangkan berbagai interpretasi dan bersikap toleran terhadap ambiguitas.

Penelitian ini menggunakan keempat aspek kemampuan berpikir kritis tersebut sebagai acuan untuk mengukur tingkat kemampuan berpikir kritis pada subjek penelitian.

2. Model Pembelajaran *Problem Based Learning*

Kehidupan seringkali melibatkan berbagai masalah yang harus dihadapi. Model pembelajaran ini bertujuan untuk melatih dan mengembangkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari mereka, dengan fokus pada masalah yang autentik dan relevan. Hal ini bertujuan untuk merangsang kemampuan berpikir tingkat tinggi pada siswa. Dalam proses pembelajaran ini, penting untuk menciptakan suasana yang kondusif, terbuka, mengutamakan negosiasi, dan demokratis, agar siswa dapat secara optimal mengembangkan kemampuan mereka.

Menurut Duch (1995) seperti yang dikutip oleh Aris Shoimin (2014:130), Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) dapat didefinisikan sebagai model pengajaran di mana permasalahan nyata dijadikan konteks untuk pembelajaran siswa, dengan tujuan mengembangkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan memecahkan masalah, dan memperoleh pengetahuan.

Menurut Finkle and Torp (1995) seperti yang dikutip oleh Aris Shoimin (2014:130), PBL atau PBM adalah model pengembangan kurikulum dan sistem pengajaran yang mendorong strategi pemecahan masalah dan pengetahuan dasar serta keterampilan, dengan mengaktifkan peran siswa sebagai pemecah masalah dalam situasi kehidupan sehari-hari yang tidak terstruktur dengan baik. Dua definisi tersebut mengindikasikan bahwa PBL atau PBM menciptakan suasana pembelajaran yang berpusat pada permasalahan sehari-hari.

Menurut Kamdi (2007:77) Model *Problem Based Learning* adalah suatu model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam usaha memecahkan masalah dengan menggunakan beberapa tahap metode ilmiah. Dengan demikian, diharapkan siswa dapat memperoleh pengetahuan yang terkait dengan masalah tersebut dan juga mengembangkan keterampilan dalam memecahkan masalah.

Berdasarkan berbagai definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* merupakan pendekatan pembelajaran yang menggunakan masalah nyata sebagai konteks bagi siswa untuk berlatih berpikir kritis dan mengembangkan keterampilan dalam memecahkan masalah. Melalui model ini, siswa juga diharapkan dapat memperoleh pengetahuan dan konsep yang penting dari materi ajar yang sedang dipelajari.

Sintaks pembelajaran yang diadaptasi dari beberapa pendapat dan dikembangkan dari hasil penelitian ini disajikan dalam lampiran 2.

3. Strategi Pembelajaran *Reading, Questioning, and Answering* (RQA)

Strategi pembelajaran merupakan metode-metode yang digunakan oleh guru untuk memilih kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan situasi dan kondisi, sumber belajar, kebutuhan, serta karakteristik siswa. Tujuannya adalah mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Salah satu strategi pembelajaran yang dikenal adalah *Reading, Questioning, and Answering* (RQA), yang merupakan pembelajaran kooperatif dengan pendekatan konstruktivisme dan berfokus pada peserta didik. Strategi ini dirancang untuk meningkatkan keterampilan metakognitif siswa dengan memberi mereka kesempatan untuk menelaah materi,

merumuskan pertanyaan, dan mencari jawaban dari berbagai sumber yang relevan.

Dalam strategi pembelajaran RQA, setiap individu peserta didik secara serius menghadapi tugas membaca dan memahami isi bacaan. Mereka berusaha mencari bagian yang substansial atau sangat substansial dalam bacaan tersebut. Setelah menemukan isi yang penting, mereka membuat pertanyaan yang mencerminkan bacaan dan menjawabnya. Ketika beberapa peserta didik membacakan pertanyaan dan jawaban secara individu atau dalam kelompok, dipercaya bahwa berbagai informasi penting dari bacaan sudah disampaikan kepada seluruh kelas. Strategi RQA memaksa peserta didik untuk membaca materi yang diajarkan, sehingga model pembelajaran dapat berjalan dengan baik dan pemahaman terhadap materi meningkat. Kelebihan lain dari model pembelajaran RQA adalah tugas membuat pertanyaan dan menjawabnya. Siswa diberikan instruksi untuk membuat pertanyaan tingkat tinggi yang membutuhkan analisis dan penjelasan. Penerapan strategi pembelajaran RQA dapat meningkatkan kesadaran metakognitif, keterampilan metakognitif, dan hasil belajar kognitif peserta didik.

Strategi pembelajaran RQA mendorong peserta didik untuk melakukan persiapan yang aktif sebelum pembelajaran dan memikirkan pertanyaan yang relevan untuk membahas

materi pelajaran. Dengan demikian, strategi ini mendorong peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran dan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif mereka melalui pembuatan pertanyaan dan jawaban sebelum pembelajaran dimulai. Melalui strategi ini, potensi peserta didik dapat diberdayakan untuk mengaktualisasikan sikap, pengetahuan, dan keterampilan mereka.

Membaca sangatlah penting karena wahyu yang pertama turun kepada Nabi Muhammad SAW adalah perintah untuk membaca. Membaca juga merupakan suatu keharusan bagi semua manusia agar memperoleh informasi atau ilmu pengetahuan yang baru, Allah SWT berfirman dalam QS. Al-'Alaq ayat 1-5 yang berbunyi:

أَفْرَأَ بِأَسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ١ خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ٢ أَفَرَأَ وَرَبُّكَ
الْأَكْرَمُ ٣ الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ٤ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ٥

Artinya: *"Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan, Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah yang maha pemurah, yang maha mengajar (manusia) dengan perantara kalam, Dia mengajar kepada manusia apa yang tidak diketahuinya....."*

Instruksi membaca dalam ayat 1-5 dari QS. Al-'Alaq dinyatakan dalam dua ayat, yaitu ayat 1 dan 3, dengan menggunakan kata dasar "*qara'a*" yang kemudian diubah menjadi bentuk kata kerja perintah "*iqra*". Pada ayat 1 dan 3, kata "*qara'a*" diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia sebagai "Bacalah! Dengan nama Tuhanmu yang telah menciptakan (1)" dan "Bacalah! Dan Tuhanmu itu Maha Mulia (3)". Kata "*qara'a*" dalam konteks ini digunakan sebagai bentuk kata kerja perintah (*fiil amar*) dalam bahasa Arab. Terjemahan ke dalam bahasa Indonesia juga mengandung tanda seru "!" yang menunjukkan sifat perintah untuk melakukan tindakan tertentu. Instruksi membaca dalam ayat-ayat ini di QS. Al-'Alaq mengandung anjuran untuk membaca apapun, tanpa batasan objek tertentu.

Saat menghadapi pertanyaan, Islam mengajarkan agar memberikan jawaban dengan bijaksana. Allah SWT berfirman dalam QS. An-Nahl ayat 125 yang berbunyi:

أَدْعُ إِلَى سَبِيلِ رَبِّكَ بِالْحُكْمِ وَالْمَوْعِظَةِ الْخَسَنَةِ وَجِدْلُهُم بِالَّتِي هِيَ أَحْسَنُ
إِنَّ رَبَّكَ هُوَ أَعْلَمُ بِمَنْ ضَلَّ عَنْ سَبِيلِهِ وَهُوَ أَعْلَمُ بِالْمُهْتَدِينَ ١٢٥

Artinya : *"Serulah manusia kepada jalan Tuhanmu dengan hikmah dan pengajaran yang baik, dan berbicaralah kepada mereka dengan cara yang lebih baik. Sesungguhnya Tuhanmu lebih mengetahui siapa yang tersesat dari jalan-Nya dan Dialah yang lebih mengetahui orang-orang yang mendapat petunjuk."* (Q.S. An-Nahl, 16:125)

4. Model Pembelajaran *Problem Based Learning-Reading, Questioning, and Answering* (PBL-RQA)

Menurut Bahri (2017), PBL-RQA merupakan model pembelajaran dirancang untuk meningkatkan hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, serta motivasi membaca siswa atau mahasiswa. PBL menekankan pada pemecahan masalah nyata secara kolaboratif, sehingga siswa tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga terampil dalam berpikir kritis dan kreatif. Namun, kelemahan PBL yang sering ditemui adalah kurangnya pengetahuan awal siswa karena rendahnya minat baca. Untuk mengatasi hal ini, RQA diintegrasikan ke dalam PBL. Melalui RQA, siswa didorong untuk membaca materi secara mandiri, mengajukan pertanyaan, dan mencari jawabannya sebelum berdiskusi dalam kelompok, sehingga pemahaman materi menjadi lebih mendalam dan motivasi belajar meningkat.

Model PBL-RQA mampu meningkatkan retensi dan motivasi belajar siswa. Dengan membaca materi terlebih dahulu melalui RQA, siswa lebih siap mengikuti diskusi dan pemecahan masalah dalam PBL, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan menyenangkan. Selain itu, integrasi ini juga memberdayakan keterampilan metakognitif mahasiswa, yang sangat penting untuk pembelajaran mandiri dan berpikir kritis. Karakteristik PBL yang menuntut

keterlibatan aktif siswa dalam menyelesaikan masalah nyata dan kolaborasi antar disiplin ilmu sangat cocok dipadukan dengan RQA yang menekankan pada pemahaman mendalam melalui membaca dan bertanya. Integrasi ini memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan inquiry dan komunikasi yang lebih baik, serta memperluas basis pengetahuan mereka secara mandiri dan terstruktur (Bahri, 2017).

Selain meningkatkan hasil belajar, PBL-RQA juga berpotensi meningkatkan retensi dan motivasi belajar siswa. Dengan mengintegrasikan kegiatan membaca, bertanya, dan menjawab ke dalam proses pemecahan masalah, siswa menjadi lebih aktif dan terlibat dalam pembelajaran. Pendekatan ini juga membantu siswa memahami interaksi antar disiplin ilmu yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah kompleks, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan aplikatif dalam kehidupan nyata (Fitrianingsih et al, 2012).

Secara keseluruhan, PBL-RQA merupakan strategi pembelajaran inovatif yang efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, metakognisi, dan motivasi belajar siswa. Dengan menggabungkan problem solving dan aktivitas membaca aktif, strategi ini mampu menjawab tantangan pembelajaran di era modern dan menghasilkan hasil belajar

yang lebih optimal, terutama dalam konteks pembelajaran yang menuntut pemahaman konsep secara mendalam dan aplikatif (Fitrianingsih et al, 2012).

B. Kajian Penelitian yang Relevan

1. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Agnafia (2019) yakni menganalisis kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran Biologi SMA kelas X di Ngawi menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis terdiri dari beberapa indikator seperti eksplanasi, interpretasi, analisis, regulasi diri, evaluasi, dan inferensi. Pada pembelajaran biologi, indikator yang memiliki rata-rata yang tinggi adalah indikator eksplanasi. Hal ini menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan dalam menjelaskan atau membuat keterangan mengenai sebab akibat dari suatu masalah oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran berbasis masalah. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah sama-sama menggunakan keterampilan berpikir kritis sebagai variabel yang akan diteliti. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah metode penelitian yang digunakan.
2. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Agnesa & Rahmadana (2022) menunjukkan bahwa penerapan model *problem based learning* (PBL) dapat meningkatkan keterampilan

berpikir kritis sehingga dapat disimpulkan bahwa model PBL dapat digunakan sebagai upaya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran Biologi. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah sama-sama menerapkan model PBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah metode penelitian yang digunakan.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Trisianawati & Manisa (2023) menunjukkan bahwa pembelajaran RQA dapat memberdayakan kemampuan berpikir kritis dan memecahkan masalah siswa. Model pembelajaran RQA dapat menjadi salah satu solusi yang efektif untuk menghadapi kemajuan pendidikan abad 21. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah metode penelitian yang digunakan yaitu kuasi eksperimen. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah subjek penelitiannya, penelitian ini menggunakan mahasiswa calon guru Biologi sedangkan penelitian yang dilakukan menggunakan subjek yaitu siswa SMA kelas X.
4. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Fadhilah (2022) bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh integrasi STEM-PBL melalui pembelajaran Biologi secara daring terhadap kemampuan berpikir kritis mahasiswa Biologi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang mengintegrasikan STEM-PBL memiliki pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah sama-sama melakukan penerapan model pembelajaran PBL terhadap keterampilan berpikir kritis, namun perbedaannya, penelitian ini mengintegrasikan PBL dengan STEM sedangkan penelitian yang dilakukan adalah mengintegrasikan PBL dengan strategi RQA.

5. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ferdyan & Arsih (2021) mendeskripsikan bahwa kemampuan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis siswa terhadap COVID-19 berdasarkan materi yang relevan dalam pembelajaran Biologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa terhadap COVID-19 berdasarkan materi Biologi yang relevan berada pada kategori sedang, sedangkan keterampilan berpikir kritis berada pada kategori rendah. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah sama-sama menggunakan keterampilan berpikir kritis sebagai variabel yang diteliti. Perbedaannya terletak pada intervensi. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif sehingga tidak membutuhkan intervensi atau perlakuan sedangkan

penelitian yang dilakukan menggunakan intervensi yaitu penerapan model pembelajaran PBL berbasis strategi RQA.

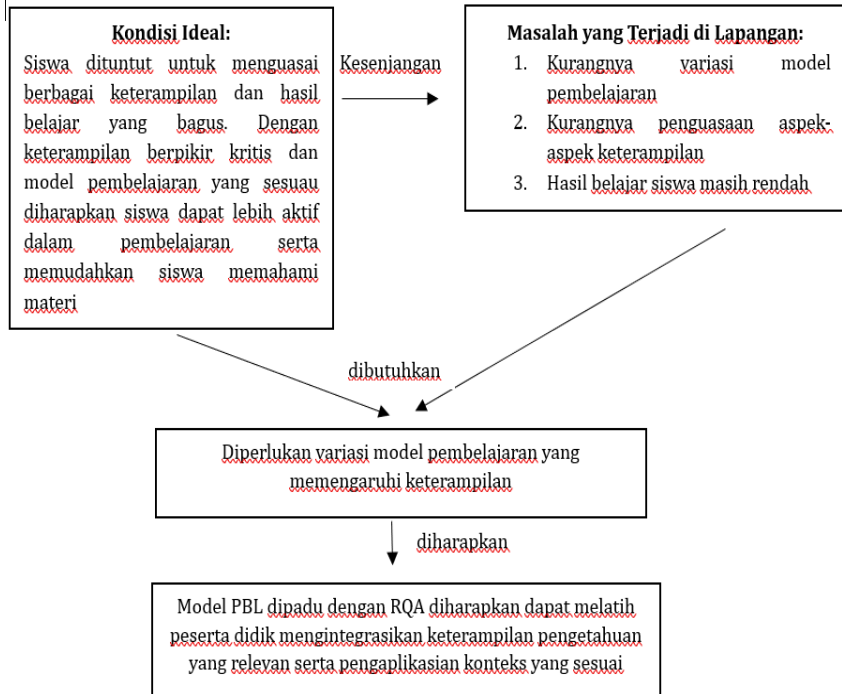
C. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang muncul pada penelitian ini yaitu:

- H_0 : tidak terdapat pengaruh model pembelajaran *problem based learning* (PBL) terintegrasi *reading, questioning, and answering* (RQA) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMA
- H_1 : terdapat pengaruh model pembelajaran *problem based learning* (PBL) terintegrasi *reading, questioning, and answering* (RQA) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMA

D. Kerangka Berpikir

Berdasarkan pada landasan teori dan literatur penelitian terdahulu didapatkan kerangka berpikir pada gambar 2.1 berikut :



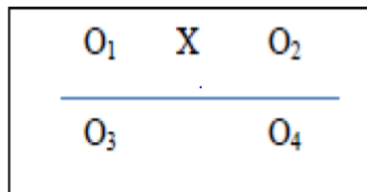
Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Jenis penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment* atau eksperimen semu. Menurut Sugiyono (2015) *quasi experiment* merupakan metode penelitian yang memiliki kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, dimana terdapat *pre-test* untuk mengetahui keadaan awal dan *post-test* untuk mengetahui keadaan setelah perlakuan. Rancangan *quasi experiment pre-test and post-test control group*. Hasil kedua *pre-test* tersebut kemudian dibandingkan. Hasil *pretest* dikatakan baik jika tidak ada perbedaan yang signifikan diantara hasil *pre-test* kedua kelompok itu. Hal ini untuk mengetahui kesetaraan antara kedua kelompok tersebut. Sesudah diberikan perlakuan dilakukan *post-test*. Desain penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Keterangan:

- O1 : *pre-test* kelompok yang mendapatkan *treatment*
- O2 : *post-test* kelompok yang mendapatkan *treatment*
- O3 : *pre-test* kelompok yang tidak mendapatkan *treatment*
- O4 : *post-test* kelompok yang tidak mendapatkan *treatment*
- X : *treatment* yang diberikan yaitu model *Problem Based Learning* dipadu *Reading, Questioning, and Answering*.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 pada tanggal 6 Januari-27 Januari 2025 di MAN 2 Pati yang beralamat di Jl. Ratu Kalinyamat Gg. Melati II, Gawan, Tayu Wetan, Kec. Tayu, Kabupaten Pati, Jawa Tengah (59155).

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah siswa kelas X MAN 2 Pati tahun Pelajaran 2024/2025. Sampel pada penelitian ini ditentukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* adalah teknik penarikan sampel yang didasarkan pada kriteria tertentu. Kriteria yang ditetapkan pada pemilihan subjek penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Siswa yang dianggap mampu memberikan data atau informasi yang mendalam terkait keterampilan berpikir kritis.

- b. Terdapat mata pelajaran Biologi di kelas.
- c. Sampel dipilih secara sengaja berdasarkan pertimbangan bahwa mereka mewakili subjek yang paling sesuai untuk menguji pengaruh model PBL-RQA terhadap keterampilan berpikir kritis.
- d. Belum pernah mendapat materi bioteknologi di SMA agar seluruh subjek penelitian berada pada kondisi awal yang sama terkait pengetahuan dan pengalaman terhadap materi tersebut

Sampel pada penelitian ini yakni kelas eksperimen X-1 yang berjumlah 40 siswa dan kelas X-2 yang berjumlah 39 siswa. Sementara kelas kontrol X-6 yang berjumlah 35 siswa dan kelas X-7 yang berjumlah 34 siswa yang tertera pada lampiran 1.

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel pada penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu variabel bebas dan variabel terikat. setiap variabel yang terlibat akan didefinisikan sebagai sebuah definisi operasional untuk menspesifikan kegiatan dan memberikan suatu operasionalisasi yang diperlukan untuk mengukur variabel tersebut.

1. Variabel Terikat

a. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir yang melibatkan proses kognitif dan mengajak siswa untuk berpikir sesuai dengan kemampuannya atau berpikir reflektif terhadap suatu permasalahan. Keterampilan berpikir kritis diukur dengan menggunakan tes yang dibuat berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis menurut Ennis (1985) yang terdiri dari menganalisis argument, bertanya dan menjawab pertanyaan, mempertimbangkan kesesuaian sumber, mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi. Indikator keterampilan berpikir kritis menurut Ennis (2011) dapat dilihat pada lampiran 22.

2. Variabel Bebas

a. Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

Model pembelajaran *problem based learning* adalah model pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan terlebih dahulu menyampaikan permasalahan. Siswa dapat memecahkan masalah yang diberikan secara berkelompok lalu mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Model pembelajaran PBL terdiri dari orientasi siswa pada masalah, mengorganisasi siswa untuk belajar, membimbing penyelidikan individual

maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah yang dikembangkan dan diperkenalkan oleh Barrows dan Tamblyn (1980).

b. Strategi Pembelajaran RQA

Pembelajaran RQA merupakan pembelajaran yang mengharuskan siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran. Terdapat tiga tahap dalam pembelajaran RQA yaitu *reading* atau membaca, *questioning* atau bertanya, dan *answering* atau menjawab. Strategi RQA yang digunakan, dikembangkan oleh Corebima (2007).

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah metode yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian. Data pada penelitian ini dikumpulkan dengan menggunakan wawancara, teknik observasi dan teknik tes.

a. Wawancara

Wawancara merupakan salah satu teknik pengumpulan data dimana terjadi pertemuan dua orang atau lebih untuk bertukar dan menggali informasi melalui tanya jawab, sehingga dapat dikonstruksikan makna sesuai data yang akan diteliti (Sugiyono, 2016). Wawancara dilakukan pada saat pra riset secara terbuka dengan salah satu guru mata pelajaran

biologi kelas X sebelum penerapan model pembelajaran untuk mengetahui keadaan dan karakteristik pembelajaran di sekolah sehingga dapat menjadi acuan dasar dalam penelitian. Hasil wawancara dapat dilihat pada Lampiran 4.

b. Observasi

Teknik pengumpulan data melalui observasi bertujuan untuk melihat keterlaksanaan modul yang dibuat berdasarkan model pembelajaran PBL terintegrasi RQA. Metode observasi adalah melakukan pengamatan secara sengaja, sistematis mengenal fenomena sosial dengan gejala-gejala psikis untuk dilakukan pencatatan untuk mengetahui siswa selama mengikuti kegiatan belajar mengajar.

c. Tes

Teknik pengumpulan data berupa tes adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberikan serangkaian soal atau tugas kepada subjek penelitian. Tes yang dilakukan pada penelitian ini meliputi tes awal dan tes akhir yang bertujuan untuk mengukur tingkat keterampilan berpikir kritis yang dimiliki oleh siswa pada masing-masing kelompok. Tes diberikan sebelum dan sesudah intervensi dilakukan.

2. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data dibuat berdasarkan pada teknik yang digunakan dalam mengumpulkan data. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar tes awal dan

tes akhir, lembar observasi keterampilan berpikir kritis, dan lembar keterlaksanaan model pembelajaran. Instrumen penelitian yang mendukung proses pembelajaran seperti perangkat pembelajaran juga disiapkan sebelum melakukan penelitian.

a. Lembar tes awal dan tes akhir

Lembar tes awal dan tes akhir dibuat untuk mengukur tingkat keterampilan berpikir kritis siswa. Tes ini masing-masing terdiri dari lima pertanyaan yang dikembangkan berdasarkan materi Bioteknologi kelas X SMA. Soal yang dibuat merupakan soal-soal yang berada pada kategori C5 (mengevaluasi) dan C6 (mengkreasikan) berdasarkan Taksonomi Bloom (soal *high order thinking skill*). Setiap kelompok penelitian mendapatkan jenis soal yang sama, namun soal sebelum intervensi akan berbeda dengan soal setelah intervensi.

b. Lembar angket keterampilan berpikir kritis

Angket adalah teknik pengumpulan data dengan cara memberi pertanyaan atau pernyataan kepada responden (Sugiyono, 2016). Instrumen pengumpulan data berupa 15 butir angket yang dibagikan dan diisi oleh siswa. Skala angket menggunakan empat kategori jawaban yang memuat opsi: selalu (SL), sering (SR), kadang-kadang (KK), tidak pernah (TP). Penggunaan skala likert empat bertujuan agar responden

tidak bersikap netral sehingga mengharuskan memilih salah satu kutub karena pilihan “netral” tidak tersedia. Menurut (Hadi, 2001) pemilihan skala likert dengan empat pilihan jawaban dimaksudkan untuk meniadakan kategori *undecided* atau kategori dengan arti ganda yang tidak dapat diputuskan atau tidak memberi jawaban.

c. Lembar keterlaksanaan pembelajaran

Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran digunakan sebagai penjaring data penerapan desain pembelajaran yang telah dibuat. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran yang dilakukan. Lembar keterlaksanaan pembelajaran disusun untuk masing-masing kelompok penelitian.

d. Perangkat pembelajaran

Perangkat pembelajaran dibuat untuk mendukung kegiatan intervensi. Perangkat pembelajaran terdiri dari modul dan LKPD untuk masing-masing kelompok pembelajaran. Perangkat pembelajaran dikembangkan berdasarkan Kurikulum Merdeka. Teknik pengumpulan data dapat dilihat pada lampiran 31.

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis secara deskriptif-kuantitatif artinya data yang diperoleh dideskripsikan dan dipaparkan sesuai data penelitian.

1. Analisis Awal

a. Uji Normalitas

Populasi diketahui dapat berdistribusi normal atau tidak dapat diketahui melalui uji normalitas data populasi. SPSS 21.0 digunakan untuk mempermudah menghitung uji normalitas data populasi dengan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* hal ini dilakukan karena sampel > 30 siswa. Dasar keputusan sesuai dengan aturan pengambilan keputusan yaitu nilai sig > 0,05. Apabila data sesuai dasar keputusan maka data dinyatakan normal dan apabila tidak sesuai dasar keputusan maka data dinyatakan tidak normal (Nurgiyantoro dkk, 2015). Hasil uji normalitas dapat dilihat pada lampiran 11.

b. Uji Homogenitas

Sampel dapat terlihat memiliki variasi atau tidak dapat dilihat dari hasil uji homogenitas (Sugiyono, 2016). SPSS 21.0 digunakan untuk mempermudah uji homogenitas dengan menggunakan uji *Levene*. Untuk menjadi dasar pengambilan keputusan Jika nilai signifikansi (Sig.) > 0,05, maka varians dari

dua atau lebih kelompok populasi data dianggap sama (homogen). Jika nilai signifikansi (Sig.) $< 0,05$, maka varians dari dua atau lebih kelompok populasi data dianggap tidak sama (tidak homogen) (Nurgiyantoro dkk., 2015). Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada lampiran 12.

2. Analisis Instrumen Tes Kognitif

a. Uji Validitas

Instrumen diukur dengan validitas guna mengetahui ketepatan alat ukur pada saat digunakan peneliti mengukur dan seberapa intensitas data yang di dapatkan sehingga dapat menjadi data yang tepat (Sugiyono, 2016). Instrumen yang digunakan untuk mengukur variabel harus mempunyai validitas isi (*content validity*) yang disusun berdasarkan pada materi yang telah diajarkan. Validitas isi secara kualitatif dilakukan oleh para ahli (Janna, 2021). Uji validitas butir soal dalam penelitian ini dengan melakukan uji validitas isi oleh para ahli dan menggunakan perhitungan SPSS versi 21.0. uji coba tes diberikan kepada 30 peserta didik dengan taraf signifikansi 0,05 yang menghasilkan $r_{tabel} = 0.361$. jika $r_{hitung} > r_{tabel}$, setiap item soal dikatakan valid. Hasil uji validitas dapat dilihat pada lampiran 6.

b. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas instrumen tes hasil kognitif menggunakan SPSS 21.0 dengan uji *Alpha Cronbach*. Menginterpretasikan koefisien realibilitas digunakannya kategori menurut Sugiyono (2016) yang tertera pada tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 interpretasi koefisien korelasi (*Alpha Cronbach*)

Koefisien Korelasi (<i>Alpha Cronbach</i>)	Interpretasi Koefisien Korelasi
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

Setelah diperoleh nilai koefisien korelasi (*Alpha Cronbach*) butir angket dikatakan reliabel jika nilai *Alpha Cronbach* > 0,70 (Siyoto, 2015). Hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada lampiran 7.

c. Uji Daya Pembeda

Instrumen tes pada penelitian harus dikaji guna mengetahui tingkatan peserta didik yang tergolong dalam kategori rendah dan tinggi prestasinya (Susanto, 2015). Hasil uji daya beda dapat dilihat pada lampiran 13. Uji daya pembeda dalam penelitian ini menggunakan bantuan program SPSS

versi 21.0. adapun rumus yang digunakan untuk mencari indeks daya pembeda adalah (Lestari, 2017) :

$$DP = \frac{XA - XB}{SMI}$$

Keterangan :

DP : Indeks daya pembeda butir soal

XA : Rata-rata skor jawaban peserta didik kelompok atas

XB : Rata-rata skor jawaban peserta didik kelompok bawah

SMI : Skor maksimum idel

Daya pembeda suatu butir soal diinterpretasikan dalam kriteria yang terdapat dalam tabel 3.4 (Lestari, 2017) berikut.

Tabel 3.4 Kriteria indeks daya pembeda instrumen

DP	Interpretasi Daya Pembeda
$0,70 < DP \leq 1,00$	Sangat Baik
$0,40 < DP \leq 0,70$	Baik
$0,20 < DP \leq 0,40$	Cukup
$0,00 < DP \leq 0,20$	Buruk
$DP \leq 0,00$	Sangat Buruk

d. Uji Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran merupakan suatu bilangan yang menyatakan derajat kesukaran suatu butir soal. Uji tingkat kesukaran dalam penelitian ini menggunakan bantuan SPSS

21.0. Rumus yang digunakan untuk menentukan indeks kesukaran adalah (Lestari, 2017):

$$P = \frac{X}{SMI} \text{ dengan } X = \frac{\sum x_i}{y}$$

Keterangan :

- P : Indeks kesukaran butir soal
 X : Rata-rata skor jawaban peserta didik pada butir soal
 $\sum x_i$: Jumlah skor peserta didik pada butir soal
 Y : Skor maksimum soal
 SMI : Skor maksimum idel

Setelah diperoleh nilai indeks kesukaran. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan kriteria indeks kesukaran pada tabel 3.5 (Lestari, 2017):

Tabel 3.5 Kriteria Indeks Kesukaran Instrumen

Nilai	Interpretasi Indeks Kesukaran
0,00 – 0,30	Sukar
0,31 – 0,70	Sedang
0,71 – 1,00	Mudah

3. Analisis data pengaruh

a) Perhitungan skor tes

Data yang telah diperoleh digunakan untuk mengukur tingkat keterampilan berpikir kritis siswa. Data tersebut didapatkan dari tes awal (*pre-test*) sebelum pembelajaran dan tes akhir (*post-test*) dengan memberikan kisi-kisi dan indikator soal yang sama, namun pertanyaannya berbeda anatara tes awal dan tes akhir. Hasil tes awal dan tes akhir siswa dinilai dengan menggunakan kriteria penilaian yang telah ditetapkan

b) Perhitungan *gain score*

Setelah nilai tes awal dan tes akhir diperoleh dari hasil penskoran maka selanjutnya dihitung peningkatkan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah intervensi dilakukan pada masing-masing kelompok pembelajaran. *Gain score* setiap siswa pada masing-masing kelompok penelitian dihitung untuk dilanjutkan pada uji hipotesis.

c) Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini diterima atau ditolak. Pengujian hipotesis dilakukan dengan teknik uji statistik yang sesuai dengan distribusi data yang diperoleh. Pengujian hipotesis dilakukan dengan membandingkan *gain score* yang didapatkan pada kelas kontrol dengan kelas

perlakuan. Uji hipotesis diawali dengan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Kedua uji ini dilakukan untuk menentukan jenis uji statistik yang akan digunakan selanjutnya.

Uji normalitas bertujuan untuk melihat distribusi data penelitian. Penarikan kesimpulan pada uji normalitas adalah jika nilai signifikansi lebih kecil dari nol ($pvalue < 0,05$) maka dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Pada kasus ini, data bisa langsung dilanjutkan pada uji non-parametrik. Jika data berdistribusi normal, maka uji prasyarat dilanjutkan ke uji homogenitas.

Uji homogenitas bertujuan untuk memeriksa apakah skor yang digunakan pada penelitian memiliki variansi yang homogen. Penarikan kesimpulan pada uji homogenitas adalah jika nilai signifikansi lebih kecil dari nol ($p-value < 0,05$) menunjukkan bahwa kelas kontrol dan kelas perlakuan memiliki variansi yang tidak homogen, sehingga dilanjutkan pada uji statistik non-parametrik.

Jika data berdistribusi normal dan homogen maka analisis data dilanjutkan dengan uji ancova antara kelas kontrol dengan kelas perlakuan. Penarikan kesimpulan pada uji anacova adalah jika nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($p-value < 0,05$) maka terdapat perbedaan yang bermakna antara *gain score* kelas kontrol dan kelas eksperimen sehingga dapat

disimpulkan bahwa ada pengaruh model pembelajaran PBL terintegrasi RQA terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

Jika data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen maka analisis data dilanjutkan dengan uji Wilcoxon. Penarikan kesimpulan pada uji Wilcoxon adalah jika nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($p\text{-value} < 0,05$) maka terdapat perbedaan yang bermakna antara *gain score* kelas kontrol dan kelas eksperimen sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh model pembelajaran PBL terintegrasi RQA terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Hasil penelitian mengenai pengaruh model pembelajaran *problem based learning* (PBL) *Terintegrasi reading, questioning, and answering* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X pada Pembelajaran Biologi di MA Negeri 2 Pati menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 6 Januari hingga 27 Januari 2025, dengan kelas X-1 dan X-2 sebagai kelas eksperimen yang menerapkan model *problem based learning terintegrasi reading, questioning, and answering*, serta kelas X-6 dan X-7 sebagai kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran *discovery learning*.

B. Hasil Penelitian

1. Hasil Analisis Uji Validitas

Validitas dari instrumen yang dibuat dilakukan dengan uji validasi. Tujuan dari validasi adalah untuk mengetahui kelayakan instrumen penelitian sebelum digunakan dalam kegiatan intervensi. Hasil dari kegiatan ini adalah masukan untuk perbaikan draf instrumen. Uji validasi dilakukan dengan menggunakan lembar validasi untuk masing-masing

instrumen yang digunakan dalam penelitian. uji validasi dilakukan dengan bantuan ahli untuk menilai kelayakan dari instrumen yang dibuat sebelum digunakan secara umum.

Uji validitas isi dilakukan kepada dosen ahli pendidikan biologi, setelah instrumen dinyatakan valid dilanjutkan uji validitas menggunakan perhitungan SPSS versi 21.0 untuk mengetahui kualitas soal yang akan diujikan pada sampel penelitian yaitu di uji coba kepada peserta didik kelas X-3 yang berjumlah 32 siswa. Hasil dari uji coba tersebut dilakukan uji validitas dengan menggunakan SPSS versi 26. Soal dinyatakan valid jika nilai signifikansi $< 0,05$. Hasil uji validitas dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Hasil Uji Validitas Butir Soal Berpikir Kritis

Butir Soal	Nilai Signifikansi	Keterangan
1	0,001	Valid
2	0,404	Tidak valid
3	0,000	Valid
4	0,000	Valid
5	0,007	Valid
6	0,007	Valid
7	0,000	Valid
8	0,006	Valid
9	0,027	Valid
10	0,000	Valid

Hasil uji validitas menyatakan bahwa 9 soal dinyatakan valid dan 1 soal tidak valid. Untuk pengujian validitas lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6.

2. Hasil Analisis Uji Reliabilitas

Instrumen soal yang sudah dinyatakan valid dilakukan uji reliabilitas menggunakan aplikasi SPSS versi 25 yaitu sebesar 0,815, sehingga dapat disimpulkan instrumen soal berpikir kritis memiliki nilai reliabilitas yang tinggi. Hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Hasil Uji Reliabilitas

Cronbach's Alpha	N of Items
0,815	10

Hasil uji reliabilitas untuk setiap butir soal dapat dilihat pada Lampiran 7.

3. Hasil Uji Tingkat Kesukaran

Hasil Uji Tingkat Kesukaran Berpikir Kritis, dapat diketahui bahwa tidak ada soal yang termasuk dalam kategori sukar. Sebagian besar soal, yaitu sebanyak 8 butir (nomor 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10), berada dalam kategori sedang. Sementara itu, terdapat 2 butir soal (nomor 3 dan 4) yang termasuk dalam kategori mudah. Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas soal yang diujikan memiliki tingkat kesukaran sedang, yang dapat memberikan tantangan bagi peserta tes tanpa membuatnya terlalu sulit atau terlalu mudah. Hasil uji Tingkat kesukaran berpikir kritis dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Berpikir Kritis

Kategori	Nomor Soal	Jumlah
Sukar		0
Sedang	1,2, 5, 6, 7,8,9,10	8
Mudah	3,4	2

4. Hasil Uji Daya Beda

Butir soal instrumen keterampilan berpikir kritis juga dilakukan uji tingkat kesukaran. Hasil pengukuran menunjukkan hasil analisis uji daya beda terhadap butir-butir soal yang telah diuji. Berdasarkan tabel tersebut, terdapat 5 butir soal yang termasuk dalam kategori "Sangat Baik," yaitu soal nomor 1, 3, dan 7. Selanjutnya, sebanyak 9 butir soal masuk dalam kategori "Baik," yang meliputi nomor 2, 4, 6, 8, dan 10. Sementara itu, hanya 1 butir soal, yaitu nomor 5, yang dikategorikan sebagai "Cukup." Tidak terdapat butir soal yang masuk dalam kategori "Buruk" maupun "Sangat Buruk." Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas soal memiliki daya beda yang baik, sehingga dapat digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik dengan cukup baik. Hasil pengukuran uji daya beda dapat dilihat pada tabel 4.4 dan lampiran 9.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Uji Daya Beda

Kategori	Nomor Soal	Jumlah
Sangat Baik	1,3,7	3
Baik	2,4,6,8,9,10	6
Cukup	5	1
Buruk		0
Sangat Buruk		0

5. Perhitungan skor tes

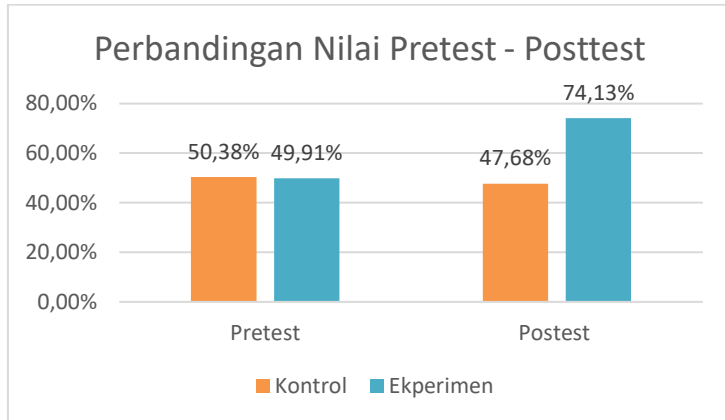
Pada tahap *pretest*, kelompok eksperimen memiliki skor minimum 22 dan maksimum 37 dengan nilai rata-rata (*mean*) sebesar 29,95 serta standar deviasi 3,09. Kelompok kontrol memiliki skor minimum 24 dan maksimum 35 dengan nilai rata-rata 30,23 serta standar deviasi 2,79. Setelah diberikan perlakuan, hasil *posttest* menunjukkan peningkatan skor pada kelompok eksperimen dengan skor minimum 36 dan maksimum 54, rata-rata 44,48, serta standar deviasi 3,47. Sebaliknya, kelompok kontrol mengalami penurunan skor minimum menjadi 22 dengan skor maksimum tetap di 35, nilai rata-rata turun menjadi 28,61, dan standar deviasi sebesar 3,088. Hasil ini mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan pada kelompok eksperimen berkontribusi terhadap peningkatan skor *posttest* dibandingkan kelompok kontrol. Hasil perhitungan skor *pretest* dan *posttest* pada kelompok eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut.

**Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Skor *Pretest* dan *Posttest*
Perbandingan Rata-Rata Nilai**

Perlakuan		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Kontrol	<i>Mean</i>	30,23	28,61
	<i>n</i>	69	69
	<i>Std</i>	2,793	3,08
	<i>Min</i>	24	22
	<i>max</i>	35	35
Eksperimen	<i>Mean</i>	29,95	44,48
	<i>n</i>	79	79
	<i>Std</i>	3,09	3,47
	<i>Min</i>	22	36
	<i>max</i>	37	54

Hasil analisis data menunjukkan perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* antara kelompok kontrol dan eksperimen. Pada tahap *pretest*, kelompok kontrol memiliki rata-rata nilai sebesar 50,38%, sementara kelompok eksperimen sedikit lebih rendah, yaitu 49,91%. Namun, setelah intervensi, terjadi peningkatan signifikan pada kelompok eksperimen, dengan nilai *posttest* mencapai 74,13%, dibandingkan dengan kelompok kontrol yang justru mengalami sedikit penurunan menjadi 47,68%. Hasil ini mengindikasikan bahwa metode atau perlakuan yang diberikan kepada kelompok eksperimen berdampak positif terhadap peningkatan hasil belajar. Perbandingan nilai

pretest dan *posttest* keterampilan berpikir kritis pada gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Analisis Perbandingan Skor *pre-post*

6. Analisis *NGain Score*

Berdasarkan hasil analisis deskriptif pada tabel 4.3, nilai *NGain Score* menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Rata-rata (*mean*) *NGain Score* pada kelompok eksperimen adalah 20,55, sedangkan pada kelompok kontrol jauh lebih rendah, yaitu 2,35. Nilai minimum pada kelompok eksperimen tercatat 4,48, sementara pada kelompok kontrol lebih tinggi, yaitu 12,2. Sebaliknya, nilai maksimum pada kelompok eksperimen mencapai 35,21, sedangkan pada kelompok kontrol hanya 0, yang menunjukkan bahwa ada peserta dalam kelompok kontrol yang tidak mengalami peningkatan sama sekali. Selain

itu, standar deviasi (Std) pada kelompok eksperimen adalah 6,58, yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol yang hanya 3,09, menandakan adanya variasi peningkatan pemahaman yang lebih beragam pada kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa intervensi yang diberikan pada kelompok eksperimen memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap peningkatan *NGain Score* dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hasil analisis deskriptif *NGain Score* dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Analisis Deskriptif *NGain Score*

	Kelompok Eksperimen	Kelompok Kontrol
<i>Mean</i>	20,55	2,35
Minimum	4,48	12,2
Maksimum	35,21	0
Std	6,58	3,09

7. Uji Normalitas

Berdasarkan hasil uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov* yang disajikan diperoleh nilai signifikansi sebesar 0.209. Nilai ini lebih besar dari tingkat signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0.05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa data

berdistribusi normal. Dengan demikian, asumsi normalitas terpenuhi, yang memungkinkan penggunaan uji statistik parametrik dalam analisis lebih lanjut. Hasil analisis uji normalitas dapat dilihat pada lampiran 11.

8. Uji Homogenitas

Perhitungan uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan uji *levene*. Berdasarkan hasil uji homogenitas yang disajikan dalam tabel 4.10, diperoleh nilai signifikansi berdasarkan *Based on Mean* sebesar 0.622. Nilai ini lebih besar dari tingkat signifikansi 0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data memiliki varians yang homogen. Hal ini menunjukkan bahwa asumsi homogenitas terpenuhi, sehingga data dapat dianalisis lebih lanjut dengan uji statistik yang sesuai. Hasil analisis uji homogenitas dapat dilihat pada lampiran 12.

9. Uji Hipotesis

Hasil uji hipotesis menggunakan uji *ancova* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen setelah dikontrol dengan nilai *pretest*. Hal ini ditunjukkan oleh nilai signifikansi (*Sig.*) pada variabel *Kelompok* sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan dari perlakuan terhadap hasil *posttest*. Selain itu, nilai *R Squared* sebesar 0,860 menunjukkan bahwa model ini mampu

menjelaskan 86% variabilitas dalam hasil *posttest*, yang mengindikasikan bahwa faktor yang diuji memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap perubahan skor. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini berdampak secara signifikan terhadap hasil yang diperoleh oleh peserta. Hasil uji *ancova* keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Uji Hipotesis

<i>Tests of Between-Subjects Effects</i>					
<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Corrected Model</i>	9351.380 ^a	2	4675.690	446.728	.000
<i>Intercept</i>	1204.348	1	1204.348	115.067	.000
<i>Pretest</i>	72.510	1	72.510	6.928	.009
<i>Kelompok</i>	9336.268	1	9336.268	892.012	.000
<i>Error</i>	1517.647	145	10.467		
<i>Total</i>	214370.000	148			
<i>Corrected Total</i>	10869.027	147			

a. *R Squared* = .860 (*Adjusted R Squared* = .858)

C. Pembahasan

Pembelajaran dilakukan pada mata pelajaran biologi kelas X-1, X-2, X-6, dan X-7 di MA Negeri 2 Pati. Kelas X-1 dan X-2 digunakan sebagai kelas eksperimen dan kelas X-6 dan X-7 digunakan sebagai kelas kontrol. Penelitian ini diukur menggunakan instrumen tes dan angket keterampilan berpikir kritis. Instrumen diberikan kepada peserta didik berupa

lembar *pretest* dan *posttest* serta lembar angket yang diisi selama proses pembelajaran.

Hasil *pretest* dan *posttest* yang sudah dilakukan pada penelitian model pembelajaran PBL terintegrasi RQA pada materi bioteknologi menunjukkan pengaruh positif pada variabel keterampilan berpikir kritis peserta didik. Analisis data penelitian menggunakan uji prasyarat dan uji hipotesis. Uji prasyarat yaitu uji normalitas dan homogenitas, serta uji hipotesis menggunakan uji *ancova* dan uji lanjut LSD. Adapun pembahasan terkait pengaruh model PBL terintegrasi RQA terhadap variabel berpikir kritis peserta didik sebagai berikut.

Hasil uji hipotesis menggunakan *ancova* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Perbedaan ini dibuktikan dengan nilai *p-value* sebesar 0,000, yang lebih kecil dari tingkat signifikansi yang telah ditentukan, yaitu 0,05. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dapat ditolak, sementara hipotesis alternatif (H_1) yang menyatakan adanya perbedaan signifikan dapat diterima. Artinya adanya pengaruh model pembelajaran *problem based learning* terintegrasi *reading, questioning, and answering* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMA kelas X pada pembelajaran biologi.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Agnesa & Rahmadana (2022) menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berkontribusi dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Oleh karena itu, model PBL dapat digunakan sebagai strategi efektif untuk mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Fadhilah (2022) menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang mengintegrasikan STEM-PBL memiliki pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Risnawati (2022) dapat disimpulkan bahwa integrasi model *Problem Based Learning* (PBL) dengan *Reading, Questioning, and Answering* (RQA) memiliki dampak positif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Model ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual siswa, tetapi juga melatih mereka untuk berpikir lebih reflektif dan analitis dalam memecahkan masalah.

Temuan ini pun sejalan dengan hasil penelitian oleh Cahyani (2023), bahwa model *Problem-Based Learning* berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis mahasiswa kelas 4H Universitas Ahmad Dahlan dan telah terbukti kebenarannya. Temuan Leasa (2023) memperkuat dengan hasil menunjukkan bahwa PBL dengan RQA memiliki potensi

yang lebih signifikan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan PBL. Model pembelajaran PBL telah dikenal efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis karena berorientasi pada penyelesaian masalah nyata. Sementara itu, strategi RQA membantu meningkatkan pemahaman siswa melalui tahapan membaca, bertanya, dan menjawab, yang juga mendorong berpikir kritis (E. I. Putri *et al.*, 2022).

Pada penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan penelitian terdahulu yang banyak berfokus pada hasil belajar kognitif saja. Penelitian terbaru membuktikan bahwa PBL-RQA tidak hanya berdampak pada hasil belajar kognitif, tetapi juga secara signifikan meningkatkan motivasi belajar, keterampilan metakognitif, retensi, dan karakter siswa, khususnya pada siswa dengan kemampuan akademik berbeda. Penelitian terbaru juga mengembangkan sintaks implementasi PBL-RQA yang lebih sistematis dan teruji dalam pembelajaran biologi. Sintaks ini belum banyak ditemukan dalam penelitian terdahulu, sehingga memberikan kontribusi baru dalam pembelajaran biologi.

Penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi dengan *Reading, Questioning, and Answering* (RQA) memiliki pengaruh dan signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Model PBL

membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan analitis dan pemecahan masalah melalui pemanfaatan situasi nyata, sementara RQA mendorong pemahaman konsep secara lebih mendalam melalui proses membaca, bertanya, dan menjawab (Fitrianingsih *et al.*, 2022).

Model *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan strategi *Reading, Questioning, and Answering* (RQA) memiliki karakteristik unik yang menggabungkan pendekatan pemecahan masalah dengan penguatan keterampilan membaca, bertanya, dan menjawab (Bahri, 2016). Model pembelajaran PBL-RQA (*Problem Based Learning-Reading Questioning Answering*) merupakan pendekatan inovatif yang mengintegrasikan elemen pembelajaran berbasis masalah dengan strategi membaca dan bertanya. Karakteristik utama dari model ini adalah penekanan pada keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar, di mana mereka diharuskan untuk membaca materi yang akan diajarkan sebelum kelas berlangsung. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran metakognitif siswa, serta mendorong mereka untuk mengajukan pertanyaan yang memerlukan analisis mendalam.

Dalam penelitian yang sudah dilakukan dengan menerapkan model PBL-RQA, siswa tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi juga sebagai pencari

informasi yang aktif. Mereka diajak untuk menyusun pertanyaan yang relevan dan mencari jawaban melalui diskusi dan kolaborasi dengan teman sekelas. Pendekatan ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa tetapi juga meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif mereka. Dengan demikian, PBL-RQA berfungsi sebagai alat untuk memberdayakan siswa dalam mengkonstruksi pengetahuan mereka sendiri melalui interaksi dengan materi pelajaran dan lingkungan belajar mereka (Pratiwi et al., 2024).

Karakteristik model pembelajaran PBL yaitu berbasis pada masalah nyata, pembelajaran dimulai dengan masalah autentik yang relevan dengan kehidupan siswa untuk meningkatkan keterkaitan dan kebermaknaan pembelajaran. Selain itu, sejalan dengan temuan (Kodariyati et al., 2016), model PBL juga berorientasi pada kolaborasi yakni siswa bekerja dalam kelompok kecil untuk mendiskusikan, menganalisis, dan memecahkan masalah secara bersama-sama. Pengembangan keterampilan berpikir ilmiah dengan pemecahan masalah dilakukan melalui pendekatan berpikir kritis dan ilmiah, melibatkan proses investigasi mendalam untuk menghasilkan solusi atau produk tertentu, dilanjutkan dengan hasil kinerja siswa yang merupakan proses pembelajaran tidak hanya berakhir pada jawaban tetapi juga

menghasilkan karya nyata atau demonstrasi kinerja siswa (Supriandi, 2023).

Menurut Tasa et al. (2020), karakteristik dari strategi RQA yaitu dapat meningkatkan minat baca siswa dengan cara mendorong siswa membaca materi sebelum pembelajaran berlangsung, sehingga mereka memiliki pengetahuan awal yang cukup. Kemudian siswa membuat pertanyaan kritis dengan menyusun pertanyaan berdasarkan bacaan yang dianggap penting, melatih keterampilan berpikir kritis dan metakognitif. Dilanjutkan dengan menjawab pertanyaan secara mandiri: selain membuat pertanyaan, siswa juga menjawabnya sendiri secara tertulis, melatih kemampuan analisis dan refleksi. Selanjutnya melakukan diskusi interaktif dengan membuat pertanyaan dan jawaban yang dibuat siswa dibahas di kelas untuk mendapatkan masukan dari teman-teman dan guru, meningkatkan keterampilan komunikasi dan olaborasi (Maulida et al., 2016).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) yang terintegrasi dengan *Reading, Questioning, and Answering* (RQA), dikenal sebagai PBL-RQA, memiliki sejumlah keunggulan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Model PBL-RQA dapat meningkatkan keterampilan metakognitif dengan mengintegrasikan PBL dan RQA yang bertujuan untuk

memberdayakan keterampilan metakognitif siswa. RQA menekankan siswa untuk membaca dan memahami materi sebelum pembelajaran berlangsung, sehingga mereka memiliki pengetahuan awal yang kuat. Hal ini mendukung proses berpikir kritis selama diskusi berbasis masalah dalam PBL. Dengan melatih siswa menjadi *self-regulated learners*, strategi ini membantu mereka mengatur dan mengontrol proses pembelajaran secara mandiri, yang merupakan elemen penting dalam berpikir kritis (Mukhid, 2018).

Menurut Bahri et al. (2016), integrasi PBL-RQA juga dapat mengatasi kelemahan PBL, salah satu kelemahan PBL adalah ketergantungannya pada pemahaman awal siswa terhadap materi. Integrasi PBL dengan RQA membantu mengatasi hal ini dengan memastikan siswa mempersiapkan diri melalui membaca dan bertanya sebelum menghadapi masalah yang diberikan dalam PBL. Selain itu, kombinasi ini memungkinkan pembelajaran lebih mendalam karena siswa tidak hanya mencari solusi tetapi juga memahami konteks permasalahan secara komprehensif. Keunggulan lain yang didapatkan yaitu dapat meningkatkan kolaborasi dan diskusi, dalam sintaks RQA, siswa didorong untuk bekerja secara kolaboratif dalam mencari solusi atas masalah yang diberikan. Proses ini memfasilitasi diskusi yang lebih produktif dan mendalam selama sesi PBL, sehingga meningkatkan keterampilan

berpikir kritis secara kolektif. Penelitian menunjukkan bahwa strategi PBL-RQA tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis tetapi juga memperbaiki retensi belajar. Hal ini karena siswa lebih aktif terlibat dalam proses belajar melalui membaca, bertanya, menjawab, dan menyelesaikan masalah.

Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi dengan strategi *Reading, Questioning, and Answering* (RQA) dimulai dengan guru memberikan masalah kompleks yang relevan dengan kehidupan siswa untuk memicu analisis mendalam. Siswa didorong memahami masalah menggunakan pengetahuan awal dan dibimbing guru mengidentifikasi inti permasalahan. Selanjutnya, siswa mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, termasuk membaca materi terkait, lalu menerapkan strategi RQA dengan membuat ringkasan dan menyusun pertanyaan kritis. Berdasarkan informasi tersebut, siswa merumuskan dugaan atau solusi awal, kemudian menguji hipotesis melalui diskusi kelompok dan studi literatur. Guru membimbing perbaikan definisi masalah dan solusi sesuai hasil penyelidikan. Terakhir, siswa menyimpulkan alternatif solusi secara kolaboratif dan menguji hasilnya melalui presentasi di depan kelas untuk memperoleh umpan balik.

Strategi *Reading, Questioning, and Answering* (RQA) merupakan strategi pembelajaran yang dirancang untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar. Dengan memfokuskan pada tiga tahapan utama yaitu membaca, bertanya, dan menjawab. Strategi ini mendorong siswa untuk aktif berpartisipasi dan mengembangkan pemahaman yang lebih dalam terhadap materi yang dipelajari. Strategi RQA dapat memperkuat setiap tahap PBL dengan cara membaca bahan pembelajaran yang relevan dengan masalah (*reading*), dilanjutkan dengan menyusun pertanyaan kritis dari materi yang dibaca untuk memperdalam pemahaman (*questioning*), Langkah terakhir yaitu dengan menjawab pertanyaan yang telah disusun secara individu atau kelompok, kemudian mempresentasikan hasilnya di kelas (*answering*).

Menurut Harefa (2018), keberhasilan penelitian model PBL-RQA dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu peran guru dan karakteristik siswa. Dari sisi guru, keberhasilan ditentukan oleh perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran yang baik, termasuk mendefinisikan masalah yang relevan, memfasilitasi proses belajar, memonitor kemajuan, memberikan umpan balik, serta menjaga dinamika kelompok. Guru juga berperan penting dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui tantangan yang diberikan. Selain itu, dukungan emosional dan motivasi dari

guru sangat penting untuk mendorong partisipasi aktif siswa, yang dapat diwujudkan melalui penciptaan lingkungan belajar yang positif dan menarik (Mardani et al., 2021).

Keberhasilan penerapan PBL-RQA dipengaruhi oleh berbagai faktor yang berasal dari siswa. Pertama, faktor dari segi kemandirian siswa dalam pembelajaran, yaitu siswa yang memiliki karakteristik mandiri cenderung lebih berhasil dalam model PBL-RQA karena mereka mampu mengambil inisiatif dalam menyelesaikan masalah tanpa bergantung sepenuhnya pada guru. Menurut Badriyah et al. (2025), siswa yang mampu menganalisis dan mengevaluasi informasi dengan baik akan lebih efektif dalam mencari solusi terhadap masalah yang diberikan. Kemampuan siswa untuk bekerja sama dalam kelompok juga merupakan faktor kunci. Minat siswa terhadap topik yang dipelajari serta motivasi intrinsik untuk belajar dapat meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses PBL, siswa yang tertarik pada materi cenderung lebih aktif dan berkontribusi lebih banyak dalam diskusi kelompok (Badriyah et al., 2025).

Dalam penelitian ini, penulis menghadapi beberapa kendala dalam pengumpulan dan pelengkapan data. Pertama, rendahnya motivasi dan minat baca siswa menyebabkan pengetahuan awal kurang, sehingga menghambat partisipasi aktif dalam diskusi. Kedua, desain pembelajaran yang

kompleks, yaitu penggabungan strategi PBL (pemecahan masalah) dan RQA (literasi), memerlukan perencanaan matang dan bahan bacaan yang relevan. Ketiga, aspek metakognitif dan karakter siswa yang kurang kritis menyulitkan penyusunan strategi pemecahan masalah meski sudah menggunakan PBL; pengembangan sikap kolaborasi, tanggung jawab, dan kejujuran juga memerlukan waktu lebih lama dibanding aspek kognitif. Terakhir, evaluasi holistik terbatas pada aspek kognitif, sementara aspek afektif dan psikomotorik belum terukur secara menyeluruh.

Studi yang dilakukan oleh Bahri et al. (2016) menekankan bahwa keberhasilan integrasi ini bergantung pada peningkatan disiplin membaca melalui RQA dan struktur kolaborasi yang inklusif dalam PBL untuk memastikan partisipasi merata. Temuan ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Bahri et al. (2016) menunjukkan bahwa kombinasi strategi pembelajaran memerlukan penyesuaian konteks dan dukungan sumber daya memadai. Penelitian mengenai pengaruh integrasi model *Problem-Based Learning* (PBL) dengan *Reading, Questioning, and Answering* (RQA) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa menghadapi beberapa kendala yang diidentifikasi dari penelitian terdahulu.

Kompleksitas implementasi sintaks model PBL menjadi kendala karena memerlukan struktur yang terorganisir dan

waktu lebih lama, terutama ketika dikombinasikan dengan RQA. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa sintaks PBL yang rumit membutuhkan alat bantu seperti asesmen formatif untuk memandu proses pembelajaran. Integrasi dengan RQA menambah tahapan seperti membaca mandiri dan merumuskan pertanyaan, yang berpotensi memperpanjang durasi pembelajaran. Adaptasi siswa terhadap model pembelajaran baru yang merupakan perubahan gaya belajar siswa menjadi tantangan utama karena siswa terbiasa dengan metode ceramah sehingga kesulitan beradaptasi dengan pembelajaran mandiri dan kolaboratif dalam PBL-RQA. Ketidaksiapan siswa dalam membaca materi sebelum sesi pembelajaran (sebagaimana diwajibkan dalam RQA) mengurangi efektivitas model. Perbedaan latar belakang budaya siswa (pesisir, perkotaan, pegunungan) terbukti menjadi faktor yang memengaruhi kemampuan pemecahan masalah meskipun menggunakan model yang sama. Hal ini menuntut penyesuaian model dan strategi pembelajaran sesuai konteks kultural. Ketersediaan sumber daya dan waktu dalam pembimbingan kelompok selama proses PBL-RQA membutuhkan waktu lebih banyak dibandingkan metode ceramah serta pengembangan bahan bacaan yang sesuai dengan masalah autentik juga menjadi tantangan logistik.

D. Keterbatasan

Penelitian ini dilaksanakan dengan sebaik mungkin, tetapi tidak terlepas pada beberapa keterbatasan penelitian diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada siswa kelas X di satu SMA tertentu, sehingga hasilnya belum tentu dapat digeneralisasikan ke populasi yang lebih luas dengan karakteristik sekolah yang berbeda.
2. Waktu pelaksanaan penelitian terbatas, sehingga implementasi model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi *reading, questioning, and answering* (RQA) belum sepenuhnya optimal dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam jangka panjang.
3. Penelitian ini berfokus pada satu variabel utama, yaitu keterampilan berpikir kritis, sementara faktor lain seperti motivasi belajar, gaya belajar siswa, dan tingkat pemahaman awal belum diteliti secara mendalam.
4. Tidak semua siswa terbiasa dengan metode *problem based learning*, sehingga mereka memerlukan waktu untuk beradaptasi dengan pendekatan pembelajaran yang lebih aktif dan mandiri. Hal ini dapat mempengaruhi hasil penelitian, terutama bagi siswa yang belum terbiasa dengan model pembelajaran berbasis pemecahan masalah.

5. Faktor eksternal seperti lingkungan belajar, ketersediaan sumber daya pendukung (misalnya, akses ke bahan ajar tambahan), serta keterampilan dan kesiapan guru dalam menerapkan model PBL dapat mempengaruhi efektivitas penerapan model pembelajaran ini.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi dengan *Reading, Questioning, and Answering* (RQA) berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa SMA kelas X dalam pembelajaran Biologi.

B. Implikasi

1. Bagi Guru

- a. Guru dapat mengadopsi model PBL terintegrasi *reading, questioning, and answering* sebagai strategi pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
- b. Metode ini membantu siswa lebih aktif dalam memahami materi biologi melalui eksplorasi masalah nyata, membaca literatur, mengajukan pertanyaan, dan mencari jawaban secara mandiri maupun dalam diskusi kelompok.

2. Bagi Siswa

- a. Model pembelajaran ini mendorong siswa untuk lebih mandiri dalam belajar, meningkatkan rasa ingin tahu,

serta mampu berpikir analitis dan logis dalam memecahkan masalah.

- b. Siswa lebih terlatih dalam mengajukan pertanyaan kritis serta menemukan jawaban melalui proses investigasi dan diskusi, yang dapat meningkatkan pemahaman konsep biologi secara lebih mendalam.

3. Bagi Sekolah

- a. Sekolah dapat mempertimbangkan penerapan model PBL terintegrasi *reading, questioning, and answering* dalam kurikulum pembelajaran untuk mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa.
- b. Diperlukan pelatihan bagi guru dalam menerapkan model pembelajaran ini agar pembelajaran lebih efektif dan sesuai dengan tujuan pendidikan abad ke-21.

4. Penelitian Selanjutnya

- a. Penelitian ini dapat menjadi dasar bagi kajian lebih lanjut, misalnya dengan menguji efektivitas model pembelajaran ini pada mata pelajaran lain atau jenjang pendidikan yang berbeda.
- b. Dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk mengeksplorasi faktor-faktor lain yang berkontribusi terhadap keberhasilan model ini, seperti peran motivasi belajar siswa atau dukungan lingkungan sekolah.

C. Saran

1. Guru diharapkan dapat menerapkan model pembelajaran PBL terintegrasi RQA sebagai salah satu strategi dalam pembelajaran Biologi, terutama dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
2. Meningkatkan fasilitas pendukung pembelajaran, seperti ketersediaan bahan ajar, media pembelajaran yang interaktif, serta sarana diskusi untuk menunjang keberhasilan model ini dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
3. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan faktor lain yang memengaruhi keterampilan berpikir kritis, seperti motivasi belajar, lingkungan pembelajaran, dan keterampilan kolaboratif siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnafia, D. N. (2019). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi. *Florea : Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 6(1).
<https://doi.org/10.25273/florea.v6i1.4369>
- Agnesa, O. S., & Rahmadana, A. (2022). Model Problem-Based Learning sebagai Upaya Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Biologi. *JOTE : Journal On Teacher Education*, 3(3), 65–81.
- Amin, A. M., Adiansyah, R., & Hujjatusnaini, N. (2021). Students' argumentation quality and argumentation skill biology education student. *JURNAL BIOEDUKATIKA*, 9(2).
<https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v9i2.20675>.
- Bahri, Arsad. (2017). Strategi *Problem-Based Learning* (PBL) Terintegrasi *Reading, Questioning, and Answering* (RQA) Meningkatkan Retensi Mahasiswa Berkemampuan Akademik Berbeda. Simposium Nasional MIPA Universitas Negeri Makassar.
- Cahyani, T. R., Dwikoranto, Prahani, B. K., & Admoko, S. (2023). The Effect of Problem Based Learning (PBL) Model on Students' Critical Thinking Ability in Sound Wave Material. *Studies in Philosophy of Science and Education*, 4(3), 112–122.
<https://doi.org/10.46627/sipose.v4i3.281>
- Fadhilah, N., Nurdiyanti, N., Anisa, A., & Wajdi, M. (2022). Integrasi STEM-Problem Based Learning melalui Daring Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 6(1).
<https://doi.org/10.24815/jipi.v6i1.22721>
- Farah, B., & Nasution, R. D. (2020). Analisis Perubahan

- Orientasi Pola Hidup Mahasiswa Pasca Berakhirnya Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Noken: Ilmu-Ilmu Sosial*, 5(2). <https://doi.org/10.33506/jn.v5i2.968>
- Ferdyan, R., & Arsih, F. (2021). Analiis kemampuan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis siswa terhadap covid-19 berdasarrrkan materi yang relevan dalam pembelajaran biologi. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2). <https://doi.org/10.31849/bl.v8i2.7626>
- Fitrianingsih, E., Hasan, R., & Milla, H. (2022). Efektivitas Model Reading Questioning and Answering (RQA) dalam Pembelajaran Online terhadap Kemampuan Kognitif Siswa pada Mata Pelajaran IPA Terpadu. *BIOEDUSAINS:Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 5(1), 150–158. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3603>
- Halim, I. (2019). Meningkatkan Karakter Dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Pembelajaran Biologi. *Seminar Nasional Biologi*.
- Handayani, A., & Koeswanti, H. D. (2021). Meta-Analisis Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Jurnal Basicedu*, 5(3).
- Kuncoro, K. S., Istiqomah, Hakim, L. L., & Widodo, S. A. (2021). Analisis Karakter Tanggung Jawab Ditinjau dari Kemampuan Awal Pemecahan Masalah melalui Problem Based Learning. *Jurnal Pengembangan Pembelajaran Matematika*, 3(2). <https://doi.org/10.14421/jppm.2021.32.61-75>
- Leasa, M., Abednego, A., & Batlolona, J. R. (2023). Problem-based Learning (PBL) with Reading Questioning and Answering (RQA) of Preservice Elementary School Teachers. *International Journal of Learning, Teaching and*

Educational Research, 22(6), 245–261.
<https://doi.org/10.26803/ijlter.22.6.14>

- Pratama, R., Alamsyah, M., & Noer, S. (2022). Analisis Kebutuhan Guru Terhadap Pengembangan Modul dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v2i1.9769>
- Pudjiastuti, S. R. (2020). Meningkatkan pemahaman materi globalisasi dan sikap sosial siswa melalui model pembelajaran kooperatif group investigation di kelas iv madrasah ibtdaiyah nurul huda cimanggis depok.. *JPPGuseda | Jurnal Pendidikan & Pengajaran Guru Sekolah Dasar*, 3(1).
<https://doi.org/10.33751/jppguseda.v3i1.1917>
- Putri, E. I., Fitri, R., & Darussyamsu, R. (2022). Analisis Model Pembelajaran Reading, Questioning, and Answering (RQA) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Ruang-Ruang Kelas: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2(3), 1–7.
<https://doi.org/10.24036/rrkjurnal.v2i3.116>
- Putri, N. I. P., & Sundayana, R. (2021). Perbandingan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa antara Problem Based Learning dan Inquiry Learning. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1).
<https://doi.org/10.31980/plusminus.v1i1.1034>
- Risnawati, A., Nisa, K., & Oktaviyanti, I. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V Pada Tema Kerukunan dalam Bermasyarakat SDN Wora. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(1), 109–115.
<https://doi.org/10.29303/jipp.v7i1.426>
- Rositawati, D. N. (2019). Kajian berpikir kritis pada metode inkuiri. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 3.

<https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v3i0.28514>

- Sari, Y. I., Sumarmi, Utomo, D. H., & Astina, I. K. (2021). The Effect of Problem Based Learning on Problem Solving and Scientific Writing Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2).
<https://doi.org/10.29333/iji.2021.1422a>
- Simatupang, H., & Ionita, F. (2020). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan pemecahan masalah materi pencemaran lingkungan siswa SMA Negeri 13 Medan.. *Jurnal Biolokus*, 3(1).
<https://doi.org/10.30821/biolokus.v3i1.680>
- Suci, D. W., Firman, F., & Neviyarni, N. (2019). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui Pendekatan Realistik di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 3(4).
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v3i4.229>
- Syamsudin, S. (2020). Problem Based Learning dalam Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Sosial. *ELSE (Elementary School Education Journal) : Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 4(2). <https://doi.org/10.30651/else.v4i2.4610>
- Syaparuddin, Meldianus, & Elihami. (2020). Strategi pembelajaran aktif dalam meningkatkan motivasi belajar PKn peserta didik. *Mahaguru: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(1).
<https://doi.org/10.33487/mgr.v1i1.326>
- Trisianawati, E., & Manisa, T. (2023). The ability of critical thinking and problem solving prospective biology teacher to solve biological Olympiad questions. *BIO-INOVED : Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 5(1), 1.
<https://doi.org/10.20527/bino.v5i1.15004>
- Ummah, M. K., & Hamna. (2023). Implementasi Model Pakemi Integrasi Blanded Learning Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Sains Ipa Siswa Di Sekolah Dasar. *Tolis Ilmiah:*

Jurnal Penelitian, 5(1), 44–52.

Wayudi, M., Suwatno, S., & Santoso, B. (2020). Kajian Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 5(1), 67–82. <https://doi.org/10.17509/jpm.v5i1.25853>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Daftar Siswa Kelas Eksperimen

Kelas X-1	Kelas X-2
A01	B1
A02	B2
A03	B3
A04	B4
A05	B5
A06	B6
A07	B7
A08	B8
A09	B9
A10	B10
A11	B11
A12	B12
A13	B13
A14	B14
A15	B15
A16	B16
A17	B17
A18	B18
A19	B19
A20	B20
A21	B21
A22	B22
A23	B23
A24	B24
A25	B25
A26	B26

A27		B27	
A28		B28	
A29		B29	
A30		B30	
A31		B31	
A32		B32	
A33		B33	
A34		B34	
A35		B35	
A36		B36	
A37		B37	
A38		B38	
A39		B39	
A40			

Daftar Siswa Kelas Kontrol

Kelas X-6		Kelas X-7	
C1		D1	
C2		D2	
C3		D3	
C4		D4	
C5		D5	
C6		D6	
C7		D7	
C8		D8	
C9		D9	
C10		D10	
C11		D11	
C12		D12	
C13		D13	

C14		D14	
C15		D15	
C16		D16	
C17		D17	
C18		D18	
C19		D19	
C20		D20	
C21		D21	
C22		D22	
C23		D23	
C24		D24	
C25		D25	
C26		D26	
C27		D27	
C28		D28	
C29		D29	
C30		D30	
C31		D31	
C32		D32	
C33		D33	
C34		D34	
C35			

Lampiran 2. Sintaks Pembelajaran

Tabel 2.1 Sintaks pembelajaran yang diadaptasi dari beberapa pendapat dan dikembangkan dari hasil penelitian

Fase Pembelajaran	Kegiatan	
	Guru	Siswa
Fase Pendahuluan (Observasi Awal)	Tujuan pembelajaran kepada siswa dijelaskan dengan tujuan yang telah ditetapkan. Memberikan bantuan kepada siswa dalam membentuk kelompok yang terdiri dari 4-5 siswa. Mengaitkan materi yang akan dipelajari dengan materi yang telah dibahas pada pertemuan sebelumnya. Menyajikan permasalahan yang terkait dengan topik materi, namun dikaitkan dengan kehidupan mahasiswa.	Mendengarkan dengan seksama penjelasan yang diberikan oleh guru. Membentuk kelompok dengan anggota yang memiliki keberagaman. Aktif terlibat dalam kegiatan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan. Menganalisis permasalahan awal yang diberikan dengan menggunakan pengalaman dalam kehidupan untuk berpikir logis.
Fase Perumusan Masalah	Memberikan panduan kepada siswa dalam merumuskan masalah. Mengklarifikasi langkah-langkah yang perlu dilakukan oleh siswa dalam mencari solusi dari masalah.	Merumuskan permasalahan secara sistematis. Mengamati dan bertanya untuk mencatat masalah yang disampaikan oleh guru. Memperhatikan penjelasan guru tentang cara melakukan kegiatan penemuan.

Fase Pembelajaran	Kegiatan	
	Guru	Siswa
Fase Merumuskan Alternatif Strategi	Mengarahkan siswa untuk menyampaikan dugaan sementara berdasarkan permasalahan yang telah disusun.	Mengajak siswa untuk menuliskan hipotesis atau dugaan sementara berdasarkan permasalahan yang ada.
Fase Pengumpulan Data (Menerapkan Strategi)	Membimbing dan mengarahkan siswa dalam melakukan eksperimen berdasarkan permasalahan yang telah disiapkan. Mengadakan diskusi sebagai bagian dari kegiatan penemuan. Menginstruksikan siswa untuk menuliskan kegiatan penemuan mereka pada selembar kertas.	Melaksanakan eksperimen berdasarkan LKM (Langkah Kegiatan Menemukan) dengan mencoba dan mengumpulkan data serta menganalisis data yang ditemukan. Mencatat hasil eksperimen pada Lembar Kerja Siswa (LKS) untuk kegiatan penemuan pada selembar kertas.
Fase Diskusi	Mengarahkan dan membimbing siswa dalam kegiatan diskusi untuk menyatukan pendapat. Memberikan informasi, penguatan, dan koreksi kepada siswa jika diperlukan selama kegiatan diskusi.	Melakukan diskusi antar kelompok untuk memberikan pendapat mengenai hasil temuan dari percobaan yang dilakukan. Mengajukan pertanyaan kepada kelompok jika ada hal yang tidak dimengerti.
Fase Kesimpulan dan Evaluasi	Mengarahkan beberapa siswa untuk menyampaikan kesimpulan dari hasil diskusi.	Melaporkan kesimpulan yang telah dibuat (mengkomunikasikan).

Lampiran 3. Blangko Pengamatan

Blangko Pengamatan

A. Tujuan Wawancara

Untuk mengetahui keadaan dan kendala dalam proses pembelajaran siswa kelas X pada mata pelajaran biologi.

B. Pelaksanaan Wawancara

Rentang waktu : 11 juli – 9 september 2024

Tempat : MA Negeri 2 Pati

C. Isi Blangko Pengamatan

Kelas	Kendala yang terjadi
X-1	- Siswa mampu memperhatikan yang diberikan guru dengan seksama, tetapi masih banyak siswa yang belum memahami materi terutama yang duduk di belakang. - Banyak siswa yang masih pasif. - Sebagian siswa masih mengobrol dengan siswa lainnya atau bermain sosial media seperti instagram dan sejenisnya. - Siswa dapat mencari sumber informasi dari berbagai media, namun ketika mereka mengambil informasi dari media internet tidak memilih sumber yang terpercaya. - Siswa lebih suka menentukan sendiri kelompoknya daripada dikelompokkan oleh guru. - Jika terdapat kesulitan dalam menjawab soal, mereka cenderung menyalin jawaban teman yang telah menyelesaikan tugasnya.
X-2	- Siswa mampu memperhatikan yang diberikan guru dengan seksama, tetapi masih banyak siswa yang belum memahami materi terutama yang duduk di belakang. - Banyak siswa yang masih pasif. - Sebagian siswa masih mengobrol dengan siswa lainnya atau bermain sosial media seperti instagram dan sejenisnya. - Siswa dapat mencari sumber informasi dari berbagai media, namun ketika mereka mengambil informasi dari media internet tidak memilih sumber yang terpercaya.

	- Siswa lebih suka menentukan sendiri kelompoknya daripada dikelompokkan oleh guru. - Jika terdapat kesulitan dalam menjawab soal, mereka cenderung menyalin jawaban teman yang telah menyelesaikan tugasnya.
X-3	- Siswa mampu memperhatikan yang diberikan guru dengan seksama, tetapi masih banyak siswa yang belum memahami materi terutama yang duduk di belakang. - Banyak siswa yang masih pasif. - Sebagian siswa masih mengobrol dengan siswa lainnya atau bermain sosial media seperti instagram dan sejenisnya. - Siswa dapat mencari sumber informasi dari berbagai media, namun ketika mereka mengambil informasi dari media internet tidak memilih sumber yang terpercaya. - Siswa lebih suka menentukan sendiri kelompoknya daripada dikelompokkan oleh guru. - Jika terdapat kesulitan dalam menjawab soal, mereka cenderung menyalin jawaban teman yang telah menyelesaikan tugasnya. - Mayoritas siswa malas jika diminta untuk presentasi di depan kelas. - Jika terdapat kesulitan dalam menjawab soal, mereka cenderung menyalin jawaban teman yang telah menyelesaikan tugasnya.
X-4	- Siswa mampu memperhatikan yang diberikan guru dengan seksama, tetapi masih banyak siswa yang belum memahami materi terutama yang duduk di belakang. - Banyak siswa yang masih pasif. - Sebagian siswa masih mengobrol dengan siswa lainnya atau bermain sosial media seperti instagram dan sejenisnya. - Siswa dapat mencari sumber informasi dari berbagai media, namun ketika mereka mengambil informasi dari media internet tidak memilih sumber yang terpercaya. - Siswa lebih suka menentukan sendiri kelompoknya daripada dikelompokkan oleh guru. - Jika terdapat kesulitan dalam menjawab soal, mereka cenderung menyalin jawaban teman yang telah menyelesaikan tugasnya.

	- Mayoritas siswa malas jika diminta untuk presentasi di depan kelas. - Jika terdapat kesulitan dalam menjawab soal, mereka cenderung menyalin jawaban teman yang telah menyelesaikan tugasnya. - Mayoritas siswa sering mengobrol dengan temannya (rame) dan agak sulit untuk dibuat kondusif.
X-5	- Siswa mampu memperhatikan yang diberikan guru dengan seksama, tetapi masih banyak siswa yang belum memahami materi terutama yang duduk di belakang. - Banyak siswa yang masih pasif. - Sebagian siswa masih mengobrol dengan siswa lainnya atau bermain sosial media seperti instagram dan sejenisnya. - Siswa dapat mencari sumber informasi dari berbagai media, namun ketika mereka mengambil informasi dari media internet tidak memilih sumber yang terpercaya. - Siswa hanya menerima masuk ke dalam kelompok yang mereka inginkan saja. Namun, mereka masih mau menerima anggota siswa yang bukan teman dekatnya. - Jika terdapat kesulitan dalam menjawab soal, mereka cenderung menyalin jawaban teman yang telah menyelesaikan tugasnya. - Mayoritas siswa malas jika diminta untuk presentasi di depan kelas. - Jika terdapat kesulitan dalam menjawab soal, mereka cenderung menyalin jawaban teman yang telah menyelesaikan tugasnya. - Mayoritas siswa sering mengobrol dengan temannya (rame) dan susah kondusif.

Lampiran 4. Hasil Wawancara Guru Biologi MA Negeri 2 Pati

Hasil Wawancara Guru Biologi

1. Identitas Sekolah
 - a. Sekolah : MA Negeri 2 Pati
 - b. Alamat : Jl. Ratu Kalinyamat Gg. Melati II,
Gawanan, Tayu Wetan, Kec. Tayu, Kabupaten Pati, Jawa Tengah
2. Identitas Narasumber
 - a. Nama : Tri Puji Astuti TH, S.Pd.
 - b. Jabatan : Guru Mata Pelajaran Biologi

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Bagaimana proses pembelajaran berlangsung saat ini ?	Pembelajaran dilakukan secara tatap muka dan menggunakan kurikulum 2013
2.	Model pembelajaran apa yang digunakan pada mata pelajaran biologi ?	Model yang digunakan adalah <i>discovery learning</i> dan ceramah
3.	Apa materi kelas X semester genap yang dirasa sulit bagi siswa ?	Bioteknologi
4.	Bagaimana pemahaman siswa pada materi bioteknologi?	Belum maksimal
5.	Apakah rata-rata hasil belajar siswa sudah memenuhi KKM ?	Belum mencapai KKM
6.	Materi bioteknologi tedapat berapa jam pelajaran ?	Fleksibel, bisa 4-7 pertemuan
7.	Model pembelajaran apa yang diterapkan untuk kelas X?	Dikarenakan karakteristik peserta didik yang beragam setiap kelas dan masih banyak juga yang kurang aktif jadi biasanya saya

		menggunakan metode ceramah dilanjutkan diskusi kelompok, seperti itu.
8.	Bagaimana jika model pembelajaran PbL terintegrasi RQA diterapkan pada materi bioteknologi untuk meningkatkan berpikir kritis siswa ?	Boleh, supaya siswa dapat mengenal model pembelajaran baru dan diharapkan juga dapat meningkatkan berpikir kritis siswa
9.	Apakah Ibu sering menerapkan soal-soal berpikir kritis ke siswa?	Untuk soal-soal kritis sesekali ada di soal ulangan, tetapi jawaban mereka jarang tepat karena pertanyaannya butuh proses analisis
10.	Apa saran yang ingin diberikan kepada peneliti pada tahap penelitian nanti?	Berikanlah materi sesuai KD dan sesuaikan dengan indikator-indikator yang diharapkan pada Permendikbud. Materi bioteknologi memiliki materi yang kompleks, sampaikanlah materi-materi tersebut sesuai dengan model yang digunakan peneliti dan dikemas dengan baik supaya siswa faham dan dapat menerima pembelajaran dengan maksimal.

Lampiran 5. Hasil Pra-Riset Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

Hasil Pra Riset Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

No.	Nama	Kelas	Nilai
1.	Responden 1	X-1	50
2.	Responden 2	X-1	40
3.	Responden 3	X-1	30
4.	Responden 4	X-1	90
5.	Responden 5	X-1	0
6.	Responden 6	X-1	10
7.	Responden 7	X-1	20
8.	Responden 8	X-1	20
9.	Responden 9	X-1	50
10.	Responden 10	X-1	30
11.	Responden 11	X-1	20
12.	Responden 12	X-1	30
13.	Responden 13	X-1	40
14.	Responden 14	X-1	40
15.	Responden 15	X-1	50
16.	Responden 16	X-1	40
17.	Responden 17	X-1	30
18.	Responden 18	X-2	40
19.	Responden 19	X-2	40
20.	Responden 20	X-2	50
21.	Responden 21	X-2	0

HASIL UJI VALIDITAS SOAL BERPIKIR KRITIS

[illegible]

[illegible]

Lampiran 7. Uji Reliabilitas

UJI RELIABILITAS SOAL BERPIKIR KRITIS

Item-Total Statistics				
Soal	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
1	28,19	16,802	,644	,786
2	28,03	17,515	,609	,792
3	28,16	16,072	,812	,770
4	28,53	17,289	,385	,811
5	29,91	18,346	,192	,835
6	28,31	15,964	,830	,768
7	28,59	16,830	,392	,813
8	29,19	17,641	,183	,851
9	28,31	15,964	,830	,768

Lampiran 8. Uji Tingkat kesukaran

Uji Tingkat Kesukaran

No	Soal	mean	Kategori
1	BK_1	1,84	Sedang
2	BK_2	1,74	Sedang
3	BK_3	2,23	Mudah
4	BK_4	2,16	Mudah
5	BK_5	2,26	Mudah
6	BK_6	2,3	Mudah
7	BK_7	1,94	Sedang
8	BK_8	1,91	Sedang
9	BK_9	1,91	Sedang
10	BK_10	2	Sedang

Lampiran 9. Uji Daya Beda

		Correlations															Total_BK_PP	E
		BK_1	BK_2	BK_3	BK_4	BK_5	BK_6	BK_7	BK_8	BK_9	BK_10	BK_11	BK_12	BK_13	BK_14	BK_15		
BK_1	Pearson Correlation	1	-.006	.263	.146	.360	.127	.201	-.037	.079	.064	-.198	.422	.180	.344	-.056	.394	
	(Sig. (2-tailed))		.973	.116	.443	.033	.584	.161	.847	.679	.736	.375	.020	.315	.062	.768	.031	
	N		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
BK_2	Pearson Correlation	-.006	1	.359	.492 ^{**}	.108	.206	.157	.268	-.007	.474 [*]	.854 [*]	.170	.166	.367	.227	.698 ^{**}	
	(Sig. (2-tailed))			.973	.052	.006	.566	.276	.487	.152	.972	.008	<.001	.370	.076	.049	.227	<.001
	N			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
BK_3	Pearson Correlation	.263	.359	1	.190	-.017	.076	.115	.011	-.053	.268	.245	.270	.136	.511 [*]	.142	.488 ^{**}	
	(Sig. (2-tailed))				.116	.952	.342	.629	.889	.540	.954	.779	.101	.192	.150	.474	.004	.037
	N				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
					30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
BK_4	Pearson Correlation	.146	.492 ^{**}	.190	1	.144	.441 [*]	.183	.103	-.037	.268	.232	.486 [*]	-.119	.184	.046	.516 [*]	
	(Sig. (2-tailed))					.443	.015	.234	.589	.847	.152	.217	.006	.536	.331	.909	.034	
	N					30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
						30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
BK_5	Pearson Correlation	.360	.108	-.017	.144	1	.249	.070 [*]	.361 [*]	.306	.077	.179	.320	.212	.137	.338	.559 [*]	
	(Sig. (2-tailed))						.184	.001	.050	.100	.888	.345	.065	.261	.470	.068	.051	
	N						30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
							30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
BK_6	Pearson Correlation	.127	.206	.076	.441 [*]	.249	1	.254	.339	.182	.134	.251	.017	.264	-.037	.030	.455 [*]	
	(Sig. (2-tailed))							.175	.069	.592	.480	.182	.930	.279	.848	.855	.012	
	N							30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
								30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
BK_7	Pearson Correlation	.201	.157	.115	.183	.070 [*]	.354	1	.314	.363	.079	.257	.162	.027	.109	.207	.536 [*]	
	(Sig. (2-tailed))								.062	.037	.860	.170	.384	.888	.568	.273	.052	
	N								30	30	30	30	30	30	30	30	30	
									30	30	30	30	30	30	30	30	30	
BK_8	Pearson Correlation	-.037	.268	.011	.103	.361 [*]	.339	.314	1	.537 ^{**}	.217	.427 [*]	.136	.229	-.050	.110	.524 [*]	
	(Sig. (2-tailed))										.002	.250	.018	.475	.223	.793	.061	.033
	N										30	30	30	30	30	30	30	
											30	30	30	30	30	30	30	
BK_9	Pearson Correlation	.079	-.007	-.053	-.037	.306	.162	.363 [*]	.537 ^{**}	1	.087	.310 [*]	.073	.277	.040	.313	.464 [*]	
	(Sig. (2-tailed))										.808	.044	.702	.136	.833	.082	.014	
	N										30	30	30	30	30	30	30	
											30	30	30	30	30	30	30	
BK_10	Pearson Correlation	.064	.474 [*]	.269	.268	.077	.134	.079	.217	.087	1	.365 [*]	.216	.100	.305	.105	.493 [*]	
	(Sig. (2-tailed))												.047	.251	.600	.182	.008	
	N												30	30	30	30	30	
													30	30	30	30	30	
BK_11	Pearson Correlation	-.169	.854 [*]	.245	.232	.179	.351	.257	.427 [*]	.370 [*]	.360 [*]	1	.056	.244	.264	.504 [*]	.832 ^{**}	
	(Sig. (2-tailed))													.769	.185	.158	.001	<.001
	N												30	30	30	30	30	
													30	30	30	30	30	
BK_12	Pearson Correlation	.422 [*]	.176	.270	.466 [*]	.320	.017	.162	.130	.073	.214	.056	1	.204	.425 [*]	.259	.595 ^{**}	
	(Sig. (2-tailed))														.173	.020	.167	.004
	N													30	30	30	30	
														30	30	30	30	
BK_13	Pearson Correlation	.190	.106	.136	-.118	.212	.204	.027	.229	.277	.100	.244	.256	1	.327	.341	.462 [*]	
	(Sig. (2-tailed))															.077	.065	.015
	N														30	30	30	
															30	30	30	
BK_14	Pearson Correlation	.344	.363 [*]	.011 [*]	.184	.137	-.037	.109	-.050	.040	.305	.264	.427 [*]	.327	1	.188	.536 [*]	
	(Sig. (2-tailed))																.032	
	N														30	30	30	
															30	30	30	
BK_15	Pearson Correlation	-.056	.227	.142	.046	.339	-.039	.207	.110	.313	.105	.064 [*]	.209	.341	.189	1	.454 [*]	
	(Sig. (2-tailed))																.012	
	N																30	
																	30	
Total_BK_PP	Pearson Correlation	.394 [*]	.409 [*]	.480 [*]	.515 [*]	.559 ^{**}	.435 [*]	.536 [*]	.524 ^{**}	.444 [*]	.493 [*]	.832 ^{**}	.555 ^{**}	.442 [*]	.638 ^{**}	.454 [*]	1	
	(Sig. (2-tailed))																	
	N																	

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 10. Soal Pretest dan Posttest

NAMA :

KELAS :

ALAMAT :

SOAL

JAWABLAH PERTANYAAN DIBAWAH INI DENGAN BENAR!

1. Bioteknologi adalah cabang ilmu yang menggabungkan ilmu hayati ([biologi](#)) dengan teknologi untuk mengembangkan produk dan proses yang bermanfaat. Bioteknologi melibatkan penggunaan organisme hidup, sistem biologi, atau komponen biologis untuk menciptakan atau memodifikasi produk, mengembangkan teknologi baru, atau memberikan solusi untuk berbagai masalah dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, kesehatan, lingkungan, pangan, dan industri. Bioteknologi dibagi menjadi 2, yakni bioteknologi konvensional dan modern. Bagaimanakah konsep karakteristik bioteknologi modern dan konvensional?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Siswa sedang melaksanakan praktikum tapai singkong berdasarkan langkah-langkah pembuatan tapai. Dibentuk 2 kelompok siswa. Hasil praktikum menunjukkan tapai singkong milik kelompok 2 belum lunak dan tidak tercium bau alkohol. Sedangkan tapai singkong milik kelompok 1 lunak dan tercium bau alkohol. Setelah diselidiki ternyata kelompok 2 tidak menutup bagian atas singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat. Analisislah mengapa hal tersebut bisa berpengaruh pada pembuatan tapai singkong!

Jawab:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Anggrek memiliki bentuk bunga yang unik, bentuk dari bunga ini mampu menarik perhatian serangga peyerbuk. Namun tidak semua anggrek dapat melakukan penyerbukan secara alami. Banyak pula jenis-jenis anggrek yang membutuhkan campur tangan manusia dalam penyerbukannya seperti anggrek bulan, perbanyak anggrek dengan buah hanya bisa dilakukan dalam lingkungan yang aseptik melalui kultur jaringan. Menurut pendapat kalian, apa kelebihan dan kelemahan teknik kultur jaringan tumbuhan pada tanaman anggrek?

Jawab:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Sepasang suami istri yang sudah belasan tahun berumah tangga dan belum di karuniai buah hati (anak), apakah sepasang suami istri tersebut dapat melaksanakan program bayi tabung? coba kalian jelaskan bagaimana mekanisme bayi tabung tersebut!

Jawab:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Bacalah dengan seksama penggalan artikel di bawah ini!

3393-8734-1-PB.pdf - Foxit Reader

Share Connect Help Tell me what you want

B. Serba-serbi Kloning

Secara teknis, kloning berarti meniru. Teknik ini bermaksud membentuk organ hidup buatan yang mirip dengan organ aslinya. Caranya dengan mengambil inti sel dari sel tubuh ke sel telur. Begitulah yang terjadi dalam kloning makhluk hidup lengkap pertama di dunia, yang dilakukan oleh peneliti pada Roslin Institute, Edinburgh, Skotlandia, pada 1996. Mereka berhasil mengkloning domba yang kemudian diberi nama Dolly. Keberhasilan tim pimpinan Dokter Ian Wilmut ini mendorong para peneliti melakukan berbagai riset kloning terhadap tikus, kera, sapi, babi, dan kuda. Berhasil, konon. Sampai akhirnya timbul pikiran: mengapa tak mencoba mengkloning makhluk paling "sempurna", yakni manusia?

Dalam bahasa Inggris, istilah kloning yang berasal dari kata *cloning*, diartikan sebagai suatu usaha untuk menciptakan duplikat suatu organisme melalui proses yang asexual (Soetandyo Wignjosubroto, 1997). Atau dalam perkataan lain kloning berarti penggandaan atau membuat foto kopi dari suatu makhluk dengan cara-cara nonseksual. Istilah tersebut pada awalnya dipakai dalam dunia tanaman, yang berarti sekumpulan tanaman yang didapatkan dari pembiakan vegetatif atau pembiakan tanpa perkawinan seperti pembiakan yang menggunakan stek atau cangkok. pembiakan

DIMENSIA, Volume I, No. 1, Maret 2007 3

(sumber:

<https://journal.uny.ac.id/index.php/dimensia/article/view/3393>)

Proses kloning bisa saja mengalami kegagalan seperti terjadinya cacat bawaan. Namun di sisi lain, kloning hewan berpotensi menyelamatkan spesies langka yang terancam kepunahan. Sebagai sebuah terobosan baru, kloning masih tetap memicu kontroversi dari pihak yang pro dan kontra hingga saat ini. Menurut pendapat anda, apakah manusia dapat dikloning? Jika iya, bagaimana prosesnya? Coba kalian jelaskan!

Jawab:

.....

.....

.....

6. Jawablah pertanyaan berikut ini!

a. Perhatikan gambar di bawah ini!

	
Gambar A (sumber gambar A: https://zalihakim.blogspot.com/2016/03/bioteknologi.html)	Gambar B (sumber gambar B: https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rpp/770772-1674610027.pdf)

Berdasarkan gambar di atas, kelompokkan ke dalam produk bioteknologi konvensional atau bioteknologi modern! Jelaskan alasannya!

Jawab:

.....

.....

.....

.....

.....

b. Lengkapilah tabel di bawah ini!

No.	Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern
1.	Peralatan atau teknologi yang digunakan		

2.	Proses pembuatan produk (steril/non steril)		
3.	Pemanfaatan mikroorganisme		
4.	Prinsip kerja		

7. Aldi sangat suka mengonsumsi produk olahan yang merupakan hasil rekayasa genetika seperti mengonsumsi semangka kotak dan tanpa biji. Berkat kemajuan bioteknologi saat ini dipasaran sudah dijual buah semangka tanpa biji. Tentunya hal ini menguntungkan bagi konsumen karena dagingnya lebih banyak dan lebih mudah untuk mengkonsumsinya. Namun jika semangka tanpa biji ini terus menerus dibiarkan maka akan menimbulkan dampak bagi ekosistem. Jelaskan menurut pendapatmu tentang dampak positif dan negatif jika buah semangka diinovasikan dengan teknik kultur in vitro (kultur jaringan) dan rekayasa genetika!

Jawab:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. a) Berilah tanda silang pada kolom benar atau salah pada kolom pernyataan-pernyataan di bawah ini dan tuliskan alasan pendapatmu!

	Pernyataan	Benar	Salah	Alasan
A	Senjata biologi merupakan produk bioteknologi			
B	Senjata biologi sulit diproduksi dan disebar			
C	Varian virus corona dapat digunakan sebagai senjata biologi			
D	Senjata biologi sulit dilacak			

- b) Jika suatu saat nanti kalian di dunia militer dan kalian ditugaskan di medan peperangan, berikanlah pendapatmu tentang penggunaan senjata biologi!

Jawab:

9. Antibiotik merupakan hasil produk bioteknologi modern di bidang kesehatan. Senyawa pada antibiotik umumnya dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu yang berfungsi untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri patogen penyebab penyakit. Antibiotik yang pertama kali ditemukan, dihasilkan oleh jamur *Penicillium notatum*. Apa yang kalian ketahui tentang antibiotik penisilin? Menurut kalian, apa saja dampak positif dan negatif dari perkembangan bioteknologi pada bidang kesehatan? (sebutkan masing-masing 4 dampak positif dan 4 dampak negatif)

Jawab:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. Perhatikan gambar di bawah ini!

MEMBUAT YOGHURT MANGGA

Bahan :

- Susu plain 1 Liter
- Yoghurt plain 80 ml
- Jus Mangga
- Gula (sesuai selera)

Alat :

- Panci dan Kompor
- Termos air panas
- Pengaduk

CARA MEMBUAT

1. Panaskan susu dalam panci sampai mencapai suhu 72 C, pertahankan sampai 15 menit.
2. Dinginkan susu sampai mencapai 43 C, kemudian masukkan yoghurt dan aduk rata
3. Masukkan susu ke dalam termos, biarkan selama 8-12 jam.
4. Yoghurt plain telah jadi, pindahkan ke dalam wadah tertutup dan masukkan dalam kulkas selama 4 jam sebelum dikonsumsi.
5. Tambahkan yoghurt dengan jus mangga dengan perbandingan 1:1

Yoghurt adalah minuman fermentasi yaitu menumbuhkan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* ke dalam susu.

Bakteri ini adalah bakteri baik yang berkhasiat menyehatkan sistem pencernaan manusia serta meningkatkan daya tahan tubuh

Yoghurt Plain hasil inkubasi dapat dijadikan starter untuk pembuatan yoghurt plain selanjutnya (bisa mencapai 5 turunan)

NILAI EKONOMIS

Susu Segar	10.000/Liter
Yoghurt plain	9000/80ml
Mangga	14000/ 500 g
Gula	4000/250 gr
Botol	8000/ 8 pcs
Lain-Lain	2000
Menghasilkan	8 botol 250ml
Total	47000/ 8 botol

Jenis Yoghurt yang dibuat adalah Yoghurt Drink karena telah dicampur dengan jus mangga

(sumber:

<https://www.kompasiana.com/florent80847/610cb27f06310e7378077185/mahasiswa-kkn-tim-2-undip-ajarkan-cara-membuat-yogurt-rasa-mangga>)

Yogurt dibuat dari susu dengan kadar lemak rendah dan memanfaatkan salah satu mikroorganisme *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Analisislah kegunaan bakteri tersebut dalam pembuatan yogurt?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lampiran 11. Uji Normalitas

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			Unstandardized Residual
N			148
Normal Parameters ^{a,b}	Mean		.0000000
	Std. Deviation		5.46657527
Most Extreme Differences	Absolute		.060
	Positive		.058
	Negative		-.060
Test Statistic			.060
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c			.200 ^d
Monte Carlo Sig. (2-tailed) ^e	Sig.		.209
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.199
		Upper Bound	.220

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

e. Lilliefors' method based on 10000 Monte Carlo samples with starting seed 299883525.

Lampiran 12. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Posttest	Based on Mean	.245	1	146	.622
	Based on Median	.152	1	146	.697
	Based on Median and with adjusted df	.152	1	137.272	.697
	Based on trimmed mean	.236	1	146	.628

Lampiran 13. Analisis Deskriptif Kelompok Eksperimen

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pretest Kelompok Eksperimen	79	22	37	29.95	3.092
Posttest Kelompok Eksperimen	79	36	54	44.48	3.475
Valid N (listwise)	79				

Lampiran 14. Analisis Deskriptif Kelompok Kontrol

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pretest Kelompok Kontrol	69	24	35	30.23	2.793
Posttest Kelompok Kontrol	69	22	35	28.61	3.088
Valid N (listwise)	69				

Lampiran 15. Uji NGain Score

Descriptives				
NGain_Score_Persent	Kelompok		Statistic	Std. Error
	Eksperiment	Mean	20.5549	.74095
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	19.0798
			Upper Bound	22.0300
		5% Trimmed Mean	20.7197	
		Median	20.5479	
		Variance	43.371	
		Std. Deviation	6.58568	
		Minimum	4.48	
		Maximum	35.21	
		Range	30.73	
		Interquartile Range	8.69	
		Skewness	-.355	.271
		Kurtosis	.027	.535
	Kontrol	Mean	-2.3582	.37302
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-3.1025
			Upper Bound	-1.6138
		5% Trimmed Mean	-1.9934	
		Median	.0000	
		Variance	9.601	
		Std. Deviation	3.09850	
		Minimum	-12.12	
		Maximum	.00	
		Range	12.12	
		Interquartile Range	4.23	
		Skewness	-1.413	.289
		Kurtosis	1.712	.570

Lampiran 16. Uji Ancova

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9351.380 ^a	2	4675.690	446.728	<.,001
Intercept	1204.348	1	1204.348	115.067	<.,001
Pretest	72.510	1	72.510	6.928	.009
Kelompok	9336.268	1	9336.268	892.012	<.,001
Error	1517.647	145	10.467		
Total	214370.000	148			
Corrected Total	10869.027	147			

a. R Squared = ,860 (Adjusted R Squared = ,858)

Lampiran 17. Kuisioner Penelitian

A. IDENTITAS PRIBADI :

NAMA :

UMUR :

ALAMAT :

KELAS :

B. PETUNJUK PENGISIAN :

1. Bacalah setiap butir pernyataan/pertanyaan dan alternatif jawaban dengan baik
2. Isilah semua butir pernyataan dan jangan sampai ada yang terlewatkan
3. Pilihlah alternatif yang sesuai dengan pendapat dan keadaan anda
4. Beri tanda (√) pada alternatif jawaban yang dipilih Alternatif jawaban adalah :

SL : Selalu

SR : Sering

KK : Kadang-kadang

TP : Tidak pernah

	PERNYATAAN	JAWABAN			
		SL	SR	KK	TP
A.	Keterampilan Menganalisis				
1.	Saya mampu menjabarkan konsep-konsep yang digunakan dalam pembelajaran bioteknologi dalam menyelesaikan tugas				
2.	Saya mampu menguraikan materi pembelajaran bioteknologi dengan bahasa sendiri				
3.	Saya dapat menganalisis masalah yang muncul dalam belajar pada pembelajaran bioteknologi.				
4.	Saya dapat menentukan sikap dan pandangan tentang masalah yang telah di analisis pada pembelajaran bioteknologi				
B.	Keterampilan Mensintesis				
5.	Saya mampu menghubungkan konsep-				

	PERNYATAAN	JAWABAN			
		SL	SR	KK	TP
	konsep yang digunakan dalam pembelajaran bioteknologi				
6.	Saya dapat mencari dan menghubungkan antara masalah yang didiskusikan dengan masalah lain yang relevan pada pembelajaran bioteknologi.				
7.	Saya mampu berpikiran terbuka pada saat berdiskusi tentang materi pembelajaran bioteknologi				
C.	Keterampilan mengenal dan memecahkan masalah				
8.	Saya mampu mencari jalan keluar terhadap permasalahan belajar bioteknologi				
9.	Saya dapat menyelesaikan kesulitan belajarnya dalam pembelajaran bioteknologi				

	PERNYATAAN	JAWABAN			
		SL	SR	KK	TP
D.	Keterampilan Menyimpulkan				
10.	Saya dapat membuat kesimpulan atas hasil penyelesaiannya dalam mengerjakan tugas pada pembelajaran bioteknologi				
11.	Saya dapat membuat inti sari sendiri tentang topik pembelajaran bioteknologi yang didengar				
12.	Saya dapat membuat kesimpulan dengan tepat tentang materi pembelajaran bioteknologi				
E.	Keterampilan Mengevaluasi				
13.	Saya dapat mengevaluasi masalah dalam pembelajaran bioteknologi				
14.	Saya mampu menilai kesesuaian materi dengan langkah yang di ambil dalam menyelesaikan tugas				

	PERNYATAAN	JAWABAN			
		SL	SR	KK	TP
	pada pembelajaran bioteknologi				
15.	Saya dapat menuliskan penyelesaian masalah dalam belajar bioteknologi				

Diperoleh: Febby Lestary “Pengaruh Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Akuntansi di SMAN 1 Tambang Kabupaten Kampar” Skripsi, Sultan Syarif Kasim Riau, Riau, 2019.

Lampiran 18. Nilai Pretest dan Posttest

NILAI PRETEST DAN POSTTEST
(KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS)

<i>Pretest Kontrol</i>	<i>Posttest Kontrol</i>	<i>Pretest Eksperimen</i>	<i>Posttest Eksperimen</i>
35	30	65	90
40	70	40	78
25	47	60	93
30	55	67	83
50	70	47	75
40	42	71	78
35	52	35	89
45	50	45	82
56	65	61	85
56	67	67	72
55	70	77	80
50	51	63	80
52	70	57	90
33	65	37	75
30	35	60	78

<i>Pretest Kontrol</i>	<i>Posttest Kontrol</i>	<i>Pretest Eksperimen</i>	<i>Posttest Eksperimen</i>
36	67	60	78
21	67	65	85
20	42	76	98
20	60	40	90
60	60	56	75
59	72	80	90
50	80	50	85
42	45	70	90
21	20	32	73
30	47	47	75
35	30	60	78
65	80	60	98
26	21	32	83
50	74	70	80
38	60	62	90
57	55	35	82
55	46	63	93
50	70	60	95

<i>Pretest Kontrol</i>	<i>Posttest Kontrol</i>	<i>Pretest Eksperimen</i>	<i>Posttest Eksperimen</i>
32	30	70	82
20	30	47	88
30	37	60	80
28	35	57	78
38	35	44	80
55	50	65	85
60	62	65	88
40	45	52	87
44	60	40	84
50	65	50	78
59	60	52	87
52	47	43	75
45	75	26	75
56	56	50	85
25	37	60	85
50	77	47	98
38	50	40	78
40	45	52	89

<i>Pretest Kontrol</i>	<i>Posttest Kontrol</i>	<i>Pretest Eksperimen</i>	<i>Posttest Eksperimen</i>
22	40	43	82
65	64	72	90
37	57	28	83
21	50	50	98
55	44	30	87
36	60	42	85
42	50	56	87
43	57	21	78
42	58	52	90
50	70	46	80
55	62	39	79
44	58	47	87
60	60	27	79
60	65	43	85
23	45	39	83
60	80	45	81
65	67	57	80
25	37	67	87

<i>Pretest</i> Kontrol	<i>Posttest</i> Kontrol	<i>Pretest</i> Eksperimen	<i>Posttest</i> Eksperimen
		46	82
		47	89
		52	80
		55	85
		43	82
		28	85
		37	75
		45	81
		28	87
		52	82

Lampiran 19. Analisis CP dan TP

. Analisis Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

Analisis capaian pembelajaran (CP) dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Capaian Pembelajaran (CP)

Elemen	Capaian Pembelajaran (CP)
Pemahaman IPA-Biologi	Peserta didik mampu menganalisis pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan
Keterampilan Proses	● Mengamati Peserta didik mengamati fenomena ilmiah dan mencatat hasil pengamatannya dengan memperhatikan karakteristik dari objek yang diamati untuk memunculkan pertanyaan yang akan diselidiki. ● Mempertanyakan dan Memprediksi Peserta didik mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang dapat diselidiki secara ilmiah. Peserta didik menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi. ● Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan Peserta didik merencanakan penyelidikan ilmiah dan melakukan langkah- langkah

Elemen	Capaian Pembelajaran (CP)
	operasional berdasarkan referensi yang benar untuk menjawab pertanyaan. Peserta didik melakukan pengukuran atau membandingkan variabel terikat dengan menggunakan alat yang sesuai serta memperhatikan kaidah ilmiah. memperhatikan kaidah ilmiah. ● Memproses, Menganalisis Data dan Informasi Peserta didik menafsirkan informasi yang diperoleh dengan jujur dan bertanggung jawab. Peserta didik menganalisis menggunakan alat dan metode yang tepat berdasarkan data penyelidikan dengan menggunakan referensi rujukan yang sesuai, serta menyimpulkan hasil penyelidikan. ● Mengevaluasi dan Refleksi Peserta didik mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi kesimpulan serta menjelaskan cara spesifik untuk meningkatkan kualitas data. Peserta didik menganalisis validitas informasi dan mengevaluasi pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam penyelidikan. ● Mengomunikasikan Hasil Peserta didik mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis

Elemen	Capaian Pembelajaran (CP)
	dan utuh ditunjang dengan argumen ilmiah berdasarkan referensi sesuai konteks penyelidikan

Analisis tujuan pembelajaran (TP) dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.3 Tujuan Pembelajaran

NO.	TUJUAN PEMBELAJARAN (TP)
Pemanfaatan Bioteknologi	
10.1	Peserta didik menjelaskan Bioteknologi konvensional (pangan)
10.2	Peserta didik mengenali Bioteknologi konvensional bidang lain
10.3	Peserta didik dapat menelaah Bioteknologi Modern yaitu Transgenik
10.4	Peserta didik dapat menguraikan teknik DNA rekombinan
10.5	Peserta didik dapat menelaah Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan
10.6	Peserta didik dapat menelaah kloning dan bayi tabung
10.7	Peserta didik dapat menyebutkan peranan mikroorganisme dalam bioteknologi
10.8	Peserta didik dapat menyebutkan dampak negatif Bioteknologi

*Lampiran 20. Modul Eksperimen***MODUL EKSPERIMEN****MODUL AJAR BIOTEKNOLOGI****INFORMASI UMUM****I. IDENTITAS MODUL**

Nama Penyusun	: Putri Dwi Marliani
Satuan Pendidikan	: SMA
Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas/Fase	: X/Fase E
Pokok Bahasan	: Bioteknologi
Sub Pokok Bahasan	: a) Pengertian Bioteknologi b) Bioteknologi Konvensional dan Modern c) Penggunaan Mikroorganisme dalam Bioteknologi
Prediksi Alokasi Waktu	: 6 JP X 45'
Tahun Penyusunan	: 2024

II. KOMPETENSI AWAL

- Peserta didik mampu mengidentifikasi inovasi teknologi dalam biologi
- Peserta didik mampu memahami konsep inovasi teknologi

III. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong

IV. SARANA DAN PRASARANA

Sarana

- Laptop
- LCD
- Alat Tulis
- Lingkungan Sekolah

Prasarana

- Buku Ajar Biologi
- LKPD
- Akses internet
- Referensi lain yang mendukung

V. TARGET PESERTA DIDIK

Target peserta didik pada modul ajar ini adalah Peserta Didik Reguler

VI. MODEL PEMBELAJARAN

Model pembelajaran yang digunakan adalah Model Pembelajaran *Problem Based Learning terintegrasi Reading, Questioning, and Answering*.

KOMPETENSI INTI**A. TUJUAN PEMBELAJARAN**

10.15 Peserta didik dapat mengidentifikasi berbagai jenis inovasi bioteknologi bagi kehidupan

10.16 Peserta didik dapat memahami nilai penting inovasi bioteknologi bagi kehidupan

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

1) Peserta didik dapat memahami tentang pentingnya mempelajari bioteknologi agar dapat menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional ataupun global terkait pemahaman inovasi teknologi biologi.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

1) Apa yang kalian ketahui mengenai inovasi teknologi biologi?

2) Apakah kalian pernah memakan yogurt?

D. PERSIAPAN PEMBELAJARAN

- Bahan Ajar /Materi ajar Bioteknologi
- Modul Ajar Bioteknologi
- Perangkat pendukung pembelajaran materi Bioteknologi.

E. KEGIATAN PEMBELAJARAN**PERTEMUAN KE-1
BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL****Tujuan :**

1. Menganalisis pengertian bioteknologi
2. Menganalisis inovasi teknologi biologi konvensional

Kegiatan Pendahuluan (10 menit)

- Doa, absensi, menyampaikan tujuan pembelajaran, menyampaikan cara penilaian hasil pembelajaran
- Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan profil pelajar pancasila
- Memunculkan pertanyaan pemantik kepada peserta didik tentang materi penerapan inovasi teknologi di kehidupan sehari-hari dan dikaitkan dengan bioteknologi konvensional
- Tujuan pembelajaran disampaikan kepada peserta didik

Kegiatan Inti (115 menit)**Stimulation**

- Guru mempersilakan peserta didik mengamati video tentang bioteknologi melalui link https://youtu.be/dJ8OM4n_XRk?si=zLNFTgpqLPt7lNmmb

Problem Statement

- Guru mengelompokkan peserta didik menjadi lima kelompok (satu kelompok terdiri dari 4 peserta didik)
- Guru membagikan LKPD tentang jenis bioteknologi kepada peserta didik

Data Collection

- Peserta didik mengumpulkan informasi mengenai bioteknologi konvensional untuk menjawab pertanyaan melalui pengamatan di lingkungan sekitar sekolah.
- Peserta didik dapat membaca referensi melalui buku teks dan internet (*reading*)

Data Processing

- Peserta didik mengerjakan LKPD tentang bioteknologi konvensional

- Dalam kelompok, peserta didik melakukan diskusi dan melakukan aktivitas tanya jawab (*questioning and answering*)
- Guru menyampaikan pentingnya bekerja keras dalam tim, berdiskusi dan menghargai pendapat dalam proses pembelajaran.

Verification

- Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi LKPD
- Diskusi kelas dilakukan untuk menyamakan persepsi antar kelompok

Menarik Kesimpulan

- Guru dan peserta didik menyimpulkan hasil diskusi setiap kelompok mengenai pengertian bioteknologi, serta menganalisis inovasi teknologi konvensional

Kegiatan Penutup (10 menit)

- Resume : guru membimbing peserta didik untuk membuat kesimpulan tentang berbagai inovasi bioteknologi konvensional bagi kehidupan.
- Refleksi : memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merefleksi pembelajaran pada hari ini. Ini dilakukan agar terjadi evaluasi untuk

meningkatkan kualitas pembelajaran di pertemuan selanjutnya.

- Guru memberikan contoh manfaat bioteknologi konvensional, yaitu bioteknologi konvensional dapat membantu meningkatkan produksi hasil pertanian. Misalnya, persilangan tanaman dapat menghasilkan tanaman pangan varietas unggul, dsb.
- Guru memberikan evaluasi kepada peserta didik berupa soal.
- Guru menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya.

PERTEMUAN KE-2
BIOTEKNOLOGI MODERN
(Kultur Jaringan, Klonning, dan Bayi Tabung)

Tujuan :

1. Menganalisis inovasi teknologi biologi modern (kultur jaringan, klonning, dan bayi tabung).

Kegiatan Pendahuluan (10 menit)

- Doa, absensi, menyampaikan tujuan pembelajaran, menyampaikan cara penilaian hasil pembelajaran
- Memotivasi peserta didik untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan profil pelajar pancasila
- Memunculkan pertanyaan pemantik kepada peserta didik tentang materi pada pertemuan sebelumnya dan memberikan gambaran umum tentang bioteknologi modern
- Tujuan pembelajaran disampaikan kepada peserta didik

Kegiatan Inti (115 menit)

Identifikasi Masalah

- Peserta didik mengamati video tentang bioteknologi dan jenis bioteknologi melalui link:

<https://youtu.be/HMLEdG9bEPU?si=uPUZpN2mlc3cT7V6>

- Peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok kecil (satu kelompok terdiri dari 4-5 peserta didik).
- Setiap kelompok diberikan masalah nyata terkait dampak penerapan bioteknologi modern.
- Kelompok mendiskusikan masalah dan mengidentifikasi pertanyaan-pertanyaan kunci yang perlu dijawab.

Pengumpulan Data

- Setiap kelompok melakukan penelitian menggunakan buku teks, artikel ilmiah, maupun referensi *online* yang terpercaya (**reading**)

Analisis dan Sintesis

- Kelompok menganalisis temuannya mengenai bioteknologi modern yang telah dikumpulkan dan menyusun laporan singkat.
- Peserta didik menyusun presentasi hasil analisis yang mencakup tentang contoh bioteknologi modern dengan memahami kultur jaringan tumbuhan, klonning dan bayi tabung.

Presentasi dan Diskusi

- Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas
- Sesi tanya jawab dan diskusi dengan peserta didik lain dilakukan untuk memperdalam pemahaman dan memberikan masukan konstruktif (*questioning and answering*)

Menarik Kesimpulan

- Peserta didik menyimpulkan hasil presentasi mengenai keanekaragaman hayati di Indonesia secara individu dan didampingi oleh guru.

Kegiatan Penutup (10 menit)

- Resume : guru membimbing peserta didik untuk membuat kesimpulan tentang tentang contoh bioteknologi modern dengan memahami kultur jaringan tumbuhan, kloning dan bayi tabung.
- Refleksi : memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merefleksi pembelajaran pada hari ini. Ini dilakukan agar terjadi evaluasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di pertemuan selanjutnya.
- Guru memberikan evaluasi kepada peserta didik berupa soal.

V. ASESSMEN

a) Penilaian Sikap/Profil Pelajar Pancasila

Selama proses berlangsung guru mengamati profil Pelajar pancasila pada siswa dalam pembelajaran yang meliputi beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kebhinekaan global, Mandiri, bernalar kritis, gotong royong, dan kreatif (*instrumen terlampir*)

b) Penilaian Sumatif

Penilaian sumatif dilakukan dengan tes performa dengan rubric terlampir

c) Penilaian Formatif

Penilaian formatif diambil dari setiap kegiatan pembelajaran dengan mengerjakan LKPD

VI. PENGAYAAN DAN REMIDIAL

Pengayaan

Guru memberikan kegiatan pengayaan berupa studi pustaka bagi peserta didik yang sudah mencapai tujuan pembelajaran.

Remedial

Guru memberikan pembelajaran ulang bagi peserta didik yang belum mencapai tujuan pembelajaran.

VII. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

Refleksi Peserta Didik

- 1) Apakah ada kendala pada kegiatan pembelajaran?
- 2) Apakah anda aktif dalam kegiatan pembelajaran?
- 3) Apa saja kesulitan yang anda alami pada kegiatan pembelajaran?

Refleksi Pendidik

- 1) Apakah pembelajaran yang saya lakukan telah sesuai dengan yang saya rencanakan?
- 2) Bagian rencana pembelajaran manakah yang sulit dilakukan?
- 3) Apa yang dapat saya lakukan untuk mengatasi hal tersebut?
- 4) Berapa persen siswa yang berhasil mencapai tujuan pembelajaran?
- 5) Apa kesulitan yang dialami oleh siswa yang belum mencapai tujuan pembelajaran?
- 6) Apa yang akan saya lakukan untuk membantu mereka?

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK/LKPD 1**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 1**

Materi : Bioteknologi Konvensional dan Modern

A. Tujuan:

- Peserta didik mampu membandingkan bioteknologi konvensional dan modern
- Peserta didik mampu menganalisis penerapan serta kekurangan dan kelebihan bioteknologi konvensional

B. Kegiatan Kelompok

1. Berkelompoklah sebanyak 4 orang disetiap kelompok
2. Amati video tentang bioteknologi konvensional dan modern melalui link:
https://youtu.be/dJ8OM4n_XRk?si=zLNFTgpqLPt7lNmb
3. Lakukan penelusuran materi tentang mengenai bioteknologi konvensional dan modern menggunakan android.
4. Jawablah pertanyaan yang terdapat di LKPD.

C. Amati Gambar Berikut Ini!



Setelah kalian amati, buatlah beberapa pernyataan berdasarkan representasi gambar di atas!

D. Carilah informasi yang berkaitan dengan pertanyaan di bawah ini!

1. Berdasarkan gambar di atas, apa yang bisa anda kaitkan dengan bioteknologi?



2. Kategorikan produk berikut dengan memberikan garis pada produk bioteknologi yang sama!



Yogurt	Kultur jaringan	Tempe	Antibiotic penicillin	Domba doli	Hidroponik	Nata de coco	Pupuk kompos	Tomat transgenik	Vaksin	Insulin
--------	-----------------	-------	-----------------------	------------	------------	--------------	--------------	------------------	--------	---------

3. Amatilah perintah pada tabel di bawah ini dan jawablah dengan tepat!



(Gambar 1)



(Gambar 2)

Termasuk jenis bioteknologi

Termasuk jenis bioteknologi manakah gambar di atas?	manakah gambar di atas?
Jawab:	Jawab:

4. Berdasarkan gambar di atas, jelaskan bagaimana dampak secara umum yang ditimbulkan berkaitan dengan jenis bioteknologi pada gambar 1 dan 2!

Jawab:

5. Bandingkan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki dua jenis bioteknologi yang sudah kalian ketahui!

Kelebihan

(.....)	(.....)

--	--

Kekurangan

(.....)	(.....)

E. Simpulan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

DAFTAR PUSTAKA

Sumber referensi belajar guru dan siswa yang bisa diakses di internet maupun cetak.

Irnaningtyas. 2019. *Biologi untuk SMA/ MA Kelas X*.
Jakarta: Erlangga.

MATERI PEMBELAJARAN

Materi: Inovasi Teknologi Biologi

Bioteknologi dapat didefinisikan sebagai penggunaan organisme atau bagian dari organisme untuk membuat suatu produk atau jasa, sehingga dapat mensejahterakan manusia. Bioteknologi itu berasal dari kata *bio* yang artinya makhluk hidup, dan teknologi. Jadi, pengertian bioteknologi adalah pemanfaatan makhluk hidup secara utuh maupun bagian-bagiannya untuk menghasilkan atau memodifikasi produk yang bermanfaat melalui cara prinsip atau teknologi tertentu.

A. Jenis Bioteknologi

- **Bioteknologi Konvensional**

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang memanfaatkan secara langsung mikroorganisme, seperti bakteri maupun jamur secara langsung. Kemudian enzim yang dihasilkan mikroorganisme dan melibarkan proses fermentasi (proses peragian) untuk menghasilkan produk atau jasa juga masuk ke dalam bioteknologi konvensional. Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang memanfaatkan

makhluk hidup atau mikroorganisme secara langsung, dan umumnya secara utuh untuk menghasilkan atau memodifikasi produk dengan cara, prinsip, dan teknologi tertentu. Karakteristik bioteknologi konvensional di antaranya:

1. Memanfaatkan mikroorganisme secara langsung dan utuh.
2. Memanfaatkan cara atau prinsip yang alami umumnya menggunakan prinsip fermentasi.
3. Menggunakan alat dan bahan yang sederhana.
4. Tidak memerlukan keahlian khusus dalam pembuatannya.
5. Skala produksi kecil dan biaya yang digunakan relatif lebih murah.

Di dalam pemanfaatan mikroba ini, manusia tidak melakukan manipulasi atau rekayasa proses. Manusia hanya menciptakan kondisi dan bahan makanan yang cocok bagi mikroba untuk berkembang secara optimal. Salah satu contoh produk pangan bioteknologi konvensional yang paling sering kita jumpai di sekitar kita adalah tapai. Tapi ini dapat di buat dari berbagai bahan sumber karbohidrat seperti

singkong, ketan, sukun dan lain lain. Pembuatannya bahannya harus dikukus atau direbus terlebih dahulu setelah itu didinginkan. Pemberian ragi juga harus dalam kondisi bahan sudah dingin yang bertujuan agar sel-sel ragi tidak akan mati atau rusak, selain itu pemberian ragi pun harus tersebar secara merata, agar fermentasi juga terjadi secara merata. Ragi yang digunakan yaitu *Saccharomyces cerevisiae*, yang sengaja ditumbuhkan pada singkong atau ketan sebagai substratnya. Pemeraman singkong atau ketan yang telah ditaburi ragi sebagai upaya untuk menciptakan kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan jamur ragi, karena jamur ragi menyukai tempat yang *anaerob* (tanpa oksigen), gelap serta hangat. Sehingga hasil fermentasi tersebut adalah produk tapai yang banyak dijual di pasar. Rasa pahit pada tapai singkong yang telah didiamkan pada suhu ruang merupakan hasil dari pembentukan alkohol oleh jamur *Saccharomyces*.

Tempe adalah makanan tradisional khas Indonesia yang sering dikonsumsi dan menjadi salah satu makanan favorit yang kandungan gizinya patut diperhitungkan. Dengan kadar protein cukup tinggi, tempe merupakan alternatif

sumber protein nabati. Selain itu tempe juga mengandung beberapa asam amino yang diperlukan tubuh manusia. Pada dasarnya produksi tempe dilakukan dengan teknik fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* pada biji kedelai. Pada proses pertumbuhan, jamur akan menghasilkan benang-benang yang disebut dengan hifa.

Jamur *Aspergillus wentii* berperan dalam pembuatan kecap. Jamur ini ditumbuhkan dalam kulit gandum terlebih dahulu. Selanjutnya, jamur bersama dengan bakteri asam laktat yang tumbuh pada kedelai yang sudah dimasak akan menghancurkan campuran gandum. Setelah melalui fermentasi karbohidrat yang cukup lama maka dihasilkan kecap oncom. Oncom merupakan makanan yang dikenal di kawasan Jawa Barat. Oncom terbuat dari ampas kedelai atau bungkil kacang dengan bantuan jamur *Neurospora Sitophila*. Jamur ini dapat menghasilkan zat warna merah atau orange yang merupakan pewarna alami. Tauco Terbuat dari kacang kedelai yang proses pembuatannya mirip dengan pembuatan

kecap yang memanfaatkan mikroorganisme *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus*. Tauco pun merupakan produk hasil fermentasi.

Yogurt merupakan minuman hasil fermentasi susu yang menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* atau *Lactobacillus bulgaricus*. Bakteri ini akan mengubah laktosa menjadi asam laktat. Efek lain dari proses fermentasi adalah pecahnya protein pada susu yang menyebabkan susu menjadi kental. Hal tersebutlah yang menjadikan yogurt terasa asam dan kental.

Keju merupakan bahan makanan yang dihasilkan dengan memisahkan zat-zat padat pada susu melalui proses pengentalan atau koagulasi. Proses pengentalan ini dilakukan dengan bantuan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Bakteri ini akan menghasilkan enzim renin, sehingga protein susu akan menggumpal dan membagi susu menjadi curi dan padatan (dadih). Selanjutnya enzim renin akan mengubah gula laktosa dalam susu menjadi asam dan protein yang ada pada dadih. Kemudian dadih mengalami proses pematangan dan pengemasan

sehingga terbentuk produk olahan yang kita kenal dengan keju.

Mentega terbuat dari susu dengan menggunakan mikroorganisme *Streptococcus lactis*. Bakteri-bakteri tersebut membentuk proses pengasaman pada susu. Krim susu terpisah menjadi bagian lemak yang padat, dan bagian yang cair dipisahkan. Kemudian lemak mentega diaduk dan dipadatkan untuk menghasilkan mentega yang siap dimakan.

Pembuatan roti memerlukan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*. Mikroorganisme tersebut akan memfermentasikan gula di dalam adonan menjadi CO₂ dan alkohol sehingga adonan mengembang. Dalam proses ini, roti tidak memecah tepung menjadi gula karena tidak menghasilkan enzim *amilase*. Selain itu untuk mengembangkan dan memberikan rasa saat dipanggang, uap CO₂ hasil fermentasi ragi juga meninggalkan tekstur yang khas dan menyebabkan roti menjadi ringan.

Nata de coco (sari kelapa atau kolang-kaling dari air kelapa) juga produk bioteknologi konvensional yang pembuatannya dibantu bakteri

Acetobacter xylinum. Nata de coco terbuat dari air kelapa dengan massa kenyal berwarna putih yang terbentuk dari serabut hemiselulosa yang terbentuk pada permukaan medium cair tempat hidup bakteri *Acetobacter xylinum*.

Minuman alkohol memanfaatkan mikroorganisme ini, seperti pada pembuatan tuak, sake, minuman anggur (*wine*), dan bir. Minuman tuak dan sake dapat dihasilkan dari fermentasi beras ketan oleh *Aspergillus orizae*. Sedangkan pembuatan minuman anggur dapat dibuat dari buah anggur atau buah lain yang memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Saccharomyces ayanus* melalui proses fermentasi dan bir dibuat dari biji padi yang sebelumnya diubah menjadi malt yang mengandung enzim amilase.

- **Bioteknologi Modern**

Bioteknologi modern kita kenal dengan teknik yang melibatkan rekayasa genetika sehingga menghasilkan DNA rekombinan dan organisme transgenik yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk yang diinginkan seperti bayi tabung, hormon, antibiotik, dan vaksin. Pada prinsipnya, bioteknologi modern merupakan

pemanfaatan bagian dari mikroorganisme dengan melibatkan teknologi modern. Bioteknologi modern adalah bioteknologi yang memanfaatkan makhluk hidup atau mikroorganisme secara tidak langsung, dan umumnya berupa bagian-bagian tertentu untuk menghasilkan produk dengan cara prinsip atau teknologi tertentu. Karakteristik bioteknologi modern diantaranya:

- Memanfaatkan mikroorganisme secara tidak langsung dan umumnya berupa bagian tertentu aja.
- Memanfaatkan cara atau prinsip yang modern atau lebih canggih yaitu berupa rekayasa genetika atau modifikasi gen dan teknologi reproduksi.
- Menggunakan alat dan bahan canggih dan modern.
- Memerlukan keahlian khusus dalam pembuatannya.
- Skala produksi umumnya besar dan dengan biaya yang relative mahal.

1. Kultur Jaringan

Kultur jaringan tanaman (mikropropagasi) merupakan teknik perbanyakan (propagasi)

tumbuhan secara vegetatif dengan memanipulasi jaringan somatik dengan menumbuhkan kembangkan bagian tanaman, baik berupa sel, jaringan atau organ dalam kondisi aseptik secara *in vitro*. Teknik kultur jaringan dicirikan dengan kondisi yang aseptik atau steril dari segala macam bentuk kontaminan, menggunakan media kultur yang memiliki kandungan nutrisi yang lengkap dan menggunakan ZPT (zat pengatur tumbuh), serta kondisi ruang tempat pelaksanaan kultur jaringan diatur suhu dan pencahayaannya.

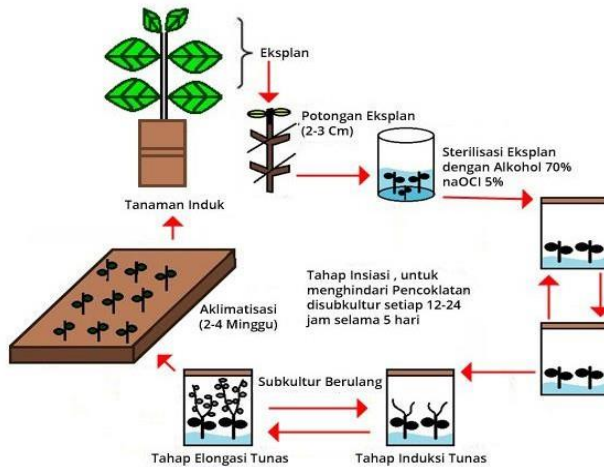
Kultur Jaringan membudidayakan jaringan tanaman menjadi tanaman baru yang mempunyai sifat sama dengan induknya. Teori yang menjadi dasar kultur jaringan adalah teori totipotensi sel, yang ditulis oleh Schleiden dan Schwann, bahwa bagian tanaman yang hidup mempunyai totipotensi, jika dibudidayakan di lingkungan yang sesuai, dapat tumbuh menjadi tanaman yang sempurna. Tanaman dapat diperbanyak dengan dua cara, yaitu:

1. seksual (153relative153153), dengan biji
2. aseksual (153relative153153), dengan bagian dari tanaman selain biji

Kultur Jaringan sering dilakukan pada tanaman-tanaman yang mempunyai kendala dimana perbanyakan generatif tidak mungkin dapat dilakukan, sehingga perbanyakan vegetatif merupakan alternatifnya, misal: sangat sedikit atau tidak ada biji yang dihasilkan, tidak mempunyai endosperm (pada biji anggrek). Tujuan dari kultur jaringan adalah sebagai berikut :

1. Kultur jaringan dapat memperbanyak tanaman dengan sifat seperti induknya, pembiakan ini termasuk pembiakan secara vegetatif, yaitu individu baru terjadi dari bagian tubuh suatu induk. Oleh karena itu, individu yang baru terbentuk mempunyai sifat yang sama dengan induknya.
2. Perbanyakan tanaman dengan teknik ini membuat tanaman bebas dari penyakit karena dilakukan secara aseptik.
3. Penggunaan metode ini sangat ekonomis dan komersial karena bahan tanaman awal yang diperlukan hanya sedikit atau satu bagian kecil yang menghasilkan turunan dalam jumlah besar, sehingga penyediaan bibit dalam jumlah yang besar tidak memerlukan banyak tanaman induk.

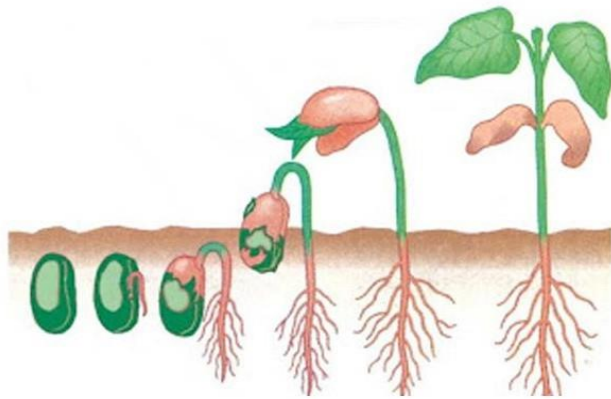
Perhatikan gambar di bawah ini!



Pustekkom Kemdikbud

Gambar 6: Perbanyak tanaman dengan kultur jaringan

Sumber : www.sumber.belajar.kemendikbud.com



Sumber : www.google.co.id

Gambar 7: Perbanyak tanaman dengan biji

Sumber : www.sumber.belajar.kemendikbud.com

Kultur jaringan dapat menghasilkan tanaman yang identik induknya dalam jumlah yang besar. Sedangkan perbanyak tanaman dengan biji (kacang merah) hanya menghasilkan satu jenis tanaman yang sama.

2. Kloning

Kloning adalah teknik membuat keturunan dengan kode genetik yang sama dengan sel induknya tanpa proses pembuahan. Kloning berasal dari Bahasa Yunani yaitu *clone* atau klon yang artinya kumpulan sel turunan dari sel induk tunggal dengan reproduksi aseksual. Teknologi kloning mengarah kepada kemajuan dunia kedokteran, serta bermanfaat untuk

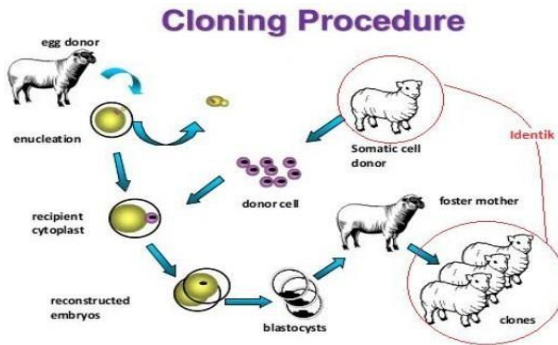
pengembangan ilmu pengetahuan, diagnostik dan terapi. Namun, kloning juga dapat berdampak negatif yaitu dapat disalahgunakan untuk menciptakan spesies atau ras baru dengan tujuan tertentu yang bertentangan dengan nilai kemanusiaan. Kekacauan dalam kekerabatan dan identitas diri dari hasil kloning maupun induknya dapat saja terjadi. Beberapa ilmuwan yang mendukung, berpendapat bahwa kloning adalah salah satu cara yang mungkin untuk melestarikan spesies yang punah. Namun disisi lain, banyak yang tidak mendukung karena berpotensi tidak aman dan tidak etis, terutama untuk diterapkan kepada manusia.

Kloning terdiri dari tiga macam, di antaranya:

a) Kloning pada hewan

Proses reproduksi organisme diambil dari sel organisme induk sehingga menghasilkan keturunan yang secara genetik identik. Ini berarti hewan kloning merupakan duplikat sama persis dari induknya, yang berarti juga memiliki DNA yang sama. Kloning tersebut banyak terjadi di alam. Reproduksi aseksual pada organisme tertentu dan terjadinya kembar dari sel telur yang sama merupakan contoh kloning. Dengan kemajuan teknologi, proses kloning saat ini bisa

dilakukan di laboratorium.



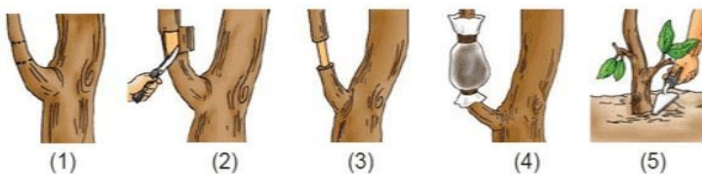
Gambar ...: Proses Kloning pada Domba

Sumber:

<https://roboguru.ruangguru.com/question/jelaskan-dan-gambarkan-proses-kloning-pada-domba-dolly-QU-52C1FRDU>

b) Kloning pada tumbuhan

Kloning pada tumbuhan yaitu mencangkok atau menyetek tanaman untuk mendapatkan tanaman yang memiliki sifat persis dengan induknya.



Cara Mencangkok Tanaman

Gambar....: cara mencangkok tanaman

Sumber: <https://fst.ulb.ac.id/2020/01/23/pelatihan->

[mencangkok-pohon-mangga/](#)

c) Kloning pada Manusia

Kloning terhadap manusia sudah banyak menimbulkan kontroversi sejak beberapa tahun lalu hingga sekarang. Pemimpin agama negara menyatakan bahwa kloning tidak etis untuk diterapkan kepada manusia. Memang pada dasarnya, kloning terhadap manusia merupakan sebuah keberhasilan para ilmuwan Barat dalam memanfaatkan sains yang akhirnya mampu membuat sebuah kemajuan pesat yang telah melampaui seluruh ramalan manusia. Betapa tidak, cara ini dianggap sebagai jalan untuk memperbaiki kualitas keturunan: lebih cerdas, kuat, rupawan, ataupun untuk memperbanyak keturunan tanpa membutuhkan proses perkembangbiakan konvensional. Revolusi ini semakin memantapkan dominasi sains Barat terhadap kehidupan manusia, termasuk kaum Muslim. Kloning sebenarnya memiliki dampak positif dan dampak negatif sebagai berikut.

Dampak positif :

- Kloning menjadi pilihan untuk menyelamatkan
159elativ yang hilang dari hewan yang mati

secara teratur.

- Resipien transfer embrio tidak dibatasi waktu dan tempat.
- Embrio dapat disimpan dengan waktu yang lama.

Dampak Negatif:

- Keterbatasan resipien menerima embrio
- Jika tidak ada *recording* terhadap penggunaan, embrio dapat menjadi *inbreeding* pada keturunan.
- Muncul pewarisan sifat mitokondria dan modifikasi 160relative160160 yang tidak diharapkan dan disebabkan oleh prosedur 160elativ

3. Rekayasa Genetika

Rekayasa genetika adalah upaya untuk melakukan modifikasi molekul genetik dari suatu organisme sehingga diperoleh sifat baru yang dimiliki. Teknik rekombinasi molekul DNA yang pertama kali diperkenalkan oleh Paul Berg tahun 1972, segera dikembangkan oleh Genetech 1976 dengan memproduksi insulin manusia melalui teknik ini. Pada akhirnya insulin hasil rekayasa genetika mulai dipasarkan pada tahun 1982. Teknik yang masih baru

saat itu, selanjutnya dikembangkan untuk meningkatkan kualitas produk pertanian, sehingga muncullah berbagai komoditas hasil rekayasa genetika, atau sering kita sebut produk GMO (*genetically modified organisms*), atau PRG (produk rekayasa genetika). Manfaat rekayasa genetik Penerapan rekayasa genetik sangat membantu dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia, diantaranya:

- Menyediakan kebutuhan pangan masa depan dengan kualitas yang lebih baik.
- Dijadikan alternatif sumber energi yang dapat diperbarui, misalnya biomass dan biofuel yang dapat menggantikan sumber energi konvensional.
- Perawatan 161relative161 yang lebih baik, dengan obat-obatan yang lebih efektif.
- Efisiensi pertanian yang lebih baik dan penggunaan pestisida kimia yang 161relative lebih sedikit.

Para ahli melakukan rekayasa genetika pada beberapa produk, yaitu:

1) Produk Farmasi (Obat-Obatan)

Produk farmasi Pemenuhan kebutuhan produk farmasi tertentu bila dilakukan dengan teknologi konvensional akan memerlukan bahan dan

biaya yang banyak. Contohnya hormon *somatostatin*, yaitu hormon pertumbuhan pada manusia. Hormon ini memerlukan setengah juta otak domba untuk mendapatkan 0,005 gram *somatostatin* murni. Selain itu, pasien leukemia berhasil disembuhkan dengan rekayasa genetik melalui OHRG, 9 liter produk fermentasi bakteri sudah menghasilkan *somatostatin* dengan jumlah yang sama. Teknologi rekayasa genetik dalam bidang farmasi menghasilkan protein, vaksin, dan antibiotik. Selain itu *xenotransplantasi*, yaitu transplantasi dari hewan ke manusia juga dilakukan. Kemudian terapi gen sebagai pengobatan penyakit kronis dan beberapa kelainan makrogenetik.

2) Produk Non-Pangan

Rekayasa genetik juga menyentuh di bidang lain seperti peternakan, perkebunan, dan kehutanan. Produk tersebut misalnya, vaksin, antibiotik, dan hormon pertumbuhan untuk hewan. Ternak kloning, berbagai macam tanaman tahan herbisida, insek, jamur, dan cacing, serta tanaman yang toleran terhadap kekeringan dan cuaca dingin. Nyamuk rekayasa genetik untuk melawan zika, ada juga tanaman transgenetik seperti tanaman anggrek yang

tahan lama dengan warna bunga yang diinginkan, tanaman karet yang menghasilkan lateks dengan kadar protein tinggi, dan masih banyak lainnya.

3) Produk Pangan

Teknik rekayasa genetik juga dilakukan pada bahan pangan, antara lain tomat, jagungm kedelai, kanola, bunga, kol, keju, tepung susu, kentang, beras, dan sebagainya. Pangan transgenik pertama yang diperdagangkan adalah tomat Flav Savr pada tahun 1994. Di Amerika Serikat lebih dari 52 varietas tanaman dari 13 spesies yang berbeda. Produk-produk pangan yang diolah dari bahan transgenik masih mengandung OHRG di dalamnya. Artinya proses pengolahan menjadi produk pangan tidak menghilangkan jejak transgenetik bahan tersebut.

Lampiran 21. Modul Kontrol

MODUL KONTROL

MODUL AJAR BIOTEKNOLOGI

INFORMASI UMUM

I. IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun : Putri Dwi Marliani

Satuan Pendidikan : SMA

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Fase : X/Fase E

Pokok Bahasan : Bioteknologi

Sub Pokok Bahasan : a) Pengertian Bioteknologi

b) Bioteknologi Konvensional dan Modern

c) Penggunaan Mikroorganisme dalam Bioteknologi

Prediksi Alokasi Waktu : 6 JP X 45'

Tahun Penyusunan : 2024

II. KOMPETENSI AWAL

- Peserta didik mampu mengidentifikasi inovasi teknologi dalam biologi
- Peserta didik mampu memahami konsep inovasi teknologi

III. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong

IV. SARANA DAN PRASARANA

Sarana

- Laptop
 - LCD
- Alat Tulis
 - Lingkungan Sekolah

Prasarana

- Buku Ajar Biologi
- Akses internet
- LKPD
- Referensi lain yang mendukung

V. TARGET PESERTA DIDIK

Target peserta didik pada modul ajar ini adalah

Peserta Didik Reguler

VI. MODEL PEMBELAJARAN

Model pembelajaran yang digunakan adalah Model

Pembelajaran *Discovery Learning*

KOMPETENSI INTI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

10.15 Peserta didik dapat mengidentifikasi berbagai jenis inovasi bioteknologi bagi kehidupan

10.16 Peserta didik dapat memahami nilai penting inovasi teknologi bagi kehidupan

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

- 1) Peserta didik dapat memahami tentang pentingnya mempelajari bioteknologi agar dapat menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional ataupun global terkait pemahaman inovasi teknologi biologi.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

- 3) Apa yang kalian ketahui mengenai inovasi teknologi biologi?
- 4) Apakah kalian pernah memakan yogurt?

D. PERSIAPAN PEMBELAJARAN

- Bahan Ajar /Materi ajar Bioteknologi
- Modul Ajar Bioteknologi
- Perangkat pendukung pembelajaran materi Bioteknologi.

E. KEGIATAN PEMBELAJARAN

PERTEMUAN KE-1

BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL

Tujuan :

3. Menganalisis pengertian bioteknologi
4. Menganalisis inovasi teknologi biologi konvensional

Kegiatan Pendahuluan (10 menit)

- Doa, absensi, menyampaikan tujuan pembelajaran, menyampaikan cara penilaian hasil pembelajaran
- Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan profil pelajar pancasila
- Memunculkan pertanyaan pemantik kepada peserta didik tentang materi penerapan inovasi teknologi di kehidupan sehari-hari dan dikaitkan dengan bioteknologi konvensional
- Tujuan pembelajaran disampaikan kepada peserta didik

Kegiatan Inti (115 menit)

- Guru mengelompokkan peserta didik secara acak menjadi beberapa kelompok (satu kelompok terdiri dari 4-5 peserta didik)

- Guru membagikan LKPD tentang bioteknologi konvensional kepada peserta didik
- Guru menunjukkan gambar produk inovasi teknologi biologi konvensional.



- Peserta didik mengumpulkan informasi mengenai jenis inovasi teknologi biologi untuk menjawab pertanyaan berdasarkan gambar yang ditampilkan oleh guru.
- Peserta didik dapat membaca referensi melalui buku teks dan internet.
- Peserta didik mengerjakan LKPD tentang bioteknologi konvensional.
- Dalam kelompok, peserta didik melakukan diskusi dan melakukan aktivitas tanya jawab
- Diskusi kelas dilakukan untuk menyamakan persepsi antar kelompok

- Guru dan peserta didik menyimpulkan hasil diskusi setiap kelompok mengenai pengertian bioteknologi serta pengidentifikasian bioteknologi konvensional.

Kegiatan Penutup (10 menit)

- Resume : guru membimbing peserta didik untuk membuat kesimpulan tentang berbagai inovasi bioteknologi konvensional bagi kehidupan.
- Refleksi : memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merefleksi pembelajaran pada hari ini. Ini dilakukan agar terjadi evaluasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di pertemuan selanjutnya.
- Guru memberikan contoh manfaat bioteknologi konvensional, yaitu bioteknologi konvensional dapat membantu meningkatkan produksi hasil pertanian. Misalnya, persilangan tanaman dapat menghasilkan tanaman pangan varietas unggul, dsb.
- Guru memberikan evaluasi kepada peserta didik berupa soal.
- Guru menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya.

PERTEMUAN KE-2
BIOTEKNOLOGI MODERN
(Kultur Jaringan, Klonning, dan Bayi Tabung)

Tujuan :

Menganalisis inovasi teknologi biologi modern (kultur jaringan, klonning, dan bayi tabung).

Kegiatan Pendahuluan (10 menit)

- Doa, absensi, menyampaikan tujuan pembelajaran, menyampaikan cara penilaian hasil pembelajaran
- Memotivasi peserta didik untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan profil pelajar pancasila

Orientasi

- Memunculkan pertanyaan pemantik kepada peserta didik tentang materi pada pertemuan sebelumnya dan memberikan gambaran umum tentang bioteknologi modern
- Apersepsi juga dilakukan dengan menanyakan contoh bioteknologi modern yang diketahui peserta didik
- Tujuan pembelajaran disampaikan kepada peserta didik

Kegiatan Inti (115 menit)**Demonstrasi**

- Peserta didik mengamati video tentang bioteknologi modern melalui link <https://youtu.be/HMLEdG9bEPU?si=uPUZpN2mlc3cT7V6>
- Guru menyampaikan materi terkait Guru memberikan contoh bioteknologi modern dengan memahami kultur jaringan tumbuhan, klonning dan bayi tabung

Latihan terbimbing

- Guru memberikan masalah tentang bioteknologi modern.
- Peserta didik mengisi LKPD sesuai dengan instruksi.
- Guru membantu siswa dalam pengisian LKPD

Umpan Balik

- Guru menginstruksikan beberapa peserta didik untuk mempresentasikan hasil pekerjaannya.
- Guru memberikan umpan balik dari presentasi peserta didik

Latihan Mandiri

- Peserta didik menyimpulkan hasil presentasi mengenai bioteknologi modern secara individu dan didampingi oleh guru.
- Peserta didik menjawab pertanyaan *posttest* yang diberikan oleh guru.

Kegiatan Penutup (10 menit)

- Resume : guru membimbing peserta didik untuk membuat resume tentang kultur jaringan tumbuhan, klonning dan bayi tabung.
- Refleksi : memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merefleksi pembelajaran pada hari ini. Ini dilakukan agar terjadi evaluasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di pertemuan selanjutnya.
- Guru memberikan evaluasi kepada peserta didik berupa soal

V. ASESMEN

a) Penilaian Sikap/Profil Pelajar Pancasila

Selama proses berlangsung guru mengamati profil Pelajar pancasila pada siswa dalam pembelajaran yang meliputi beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kebhinekaan

global, Mandiri, bernalar kritis, gotong royong, dan kreatif (*instrumen terlampir*)

b) Penilaian Sumatif

Penilaian sumatif dilakukan dengan tes performa dengan rubric terlampir

c) Penilaian Formatif

Penilaian formatif diambil dari setiap kegiatan pembelajaran dengan mengerjakan LKPD

VI. PENGAYAAN DAN REMIDIAL

Pengayaan

Guru memberikan kegiatan pengayaan berupa studi pustaka bagi peserta didik yang sudah mencapai tujuan pembelajaran.

Remedial

Guru memberikan pembelajaran ulang bagi peserta didik yang belum mencapai tujuan pembelajaran.

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK/LKPD 1**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 1**

Materi : Bioteknologi Konvensional dan Modern

F. Tujuan:

- Peserta didik mampu membandingkan bioteknologi konvensional dan modern
- Peserta didik mampu menganalisis penerapan serta kekurangan dan kelebihan bioteknologi konvensional

G. Kegiatan Kelompok

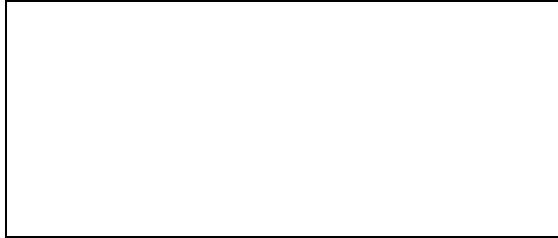
5. Berkelompoklah sebanyak 4 orang disetiap kelompok
6. Amati video tentang bioteknologi konvensional dan modern melalui link:
https://youtu.be/dJ8OM4n_XRk?si=zLNFTgppqLPt7lNmB
7. Lakukan penelusuran materi tentang mengenai bioteknologi konvensional dan modern menggunakan android.
8. Jawablah pertanyaan yang terdapat di LKPD.

H. Amati Gambar Berikut Ini!

Setelah kalian amati, buatlah beberapa pernyataan berdasarkan representasi gambar di atas!

I. Carilah informasi yang berkaitan dengan pertanyaan di bawah ini!

6. Berdasarkan gambar di atas, apa yang bisa anda kaitkan dengan bioteknologi?



7. Kategorikan produk berikut dengan memberikan garis pada produk bioteknologi yang sama!



Yogurt	Kultur jaringan	Tempe	Antibiotic penicillin	Domba doli	Hidroponik	Nata de coco	Pupuk kompos	Tomat transgenik	Vaksin	Insulin
--------	-----------------	-------	-----------------------	------------	------------	--------------	--------------	------------------	--------	---------

8. Amatilah perintah pada tabel di bawah ini dan jawablah dengan tepat!



(Gambar 1)

Termasuk jenis bioteknologi manakah gambar di atas?

Jawab:



(Gambar 2)

Termasuk jenis bioteknologi manakah gambar di atas?

Jawab:

9. Berdasarkan gambar di atas, jelaskan bagaimana dampak secara umum yang ditimbulkan berkaitan dengan jenis bioteknologi pada gambar 1 dan 2!

Jawab:

--

10. Bandingkan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki dua jenis bioteknologi yang sudah kalian ketahui!

Kelebihan

(.....)	(.....)

Kekurangan

(.....)	(.....)

J. Simpulan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LAMPIRAN 5 ; DAFTAR PUSTAKA

Sumber referensi belajar guru dan siswa yang bisa diakses di internet maupun cetak.

Irnaningtyas. 2019. *Biologi untuk SMA/ MA Kelas X*.
Jakarta: Erlangga.

Lampiran 22. Indikator berpikir kritis menurut Ennis (2011)

**Tabel 3.1 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis
Menurut Ennis, 2011**

Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Keterampilan Berpikir Kritis
Menjelaskan secara sederhana <i>(Elementary Clarification)</i>	a. Memfokuskan pertanyaan
	b. Menganalisis pertanyaan
	c. Bertanya dan menjawab pertanyaan tentang sebuah penjelasan
Membangun Keterampilan Dasar <i>(Basic Support)</i>	a. Mempertimbangkan kredibilitas sumber.
	b. Mengobservasi dan memperhitungkan hasil observasi
Penarikan Kesimpulan <i>(Inference)</i>	b. Mendeduksi dan memperhitungkan hasil deduksi
	c. Menginduksi dan memperhitungkan hasil induksi
	d. Membuat dan menentukan Keputusan

Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Keterampilan Berpikir Kritis
Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)	b. Mendefinisikan istilah dan memperhitungkan asumsi
	c. Mengidentifikasi asumsi
Mengatur Strategi dan Taktik (<i>Strategy and Tactics</i>)	b. Menentukan tindakan
	c. Berinteraksi dengan orang lain

Lampiran 23. Kisi-Kisi

KISI-KISI TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban
1	Menjelaskan secara sederhana	Menjelaskan argumen	Aldi sangat suka mengonsumsi produk olahan yang merupakan hasil rekayasa genetika seperti mengonsumsi semangka kotak dan tanpa biji. Berkat kemajuan bioteknologi saat ini dipasaran sudah dijual buah semangka tanpa biji. Tentunya hal ini menguntungkan bagi konsumen karena dagingnya lebih banyak dan lebih mudah untuk mengkonsumsinya. Namun jika semangka tanpa biji ini terus menerus dibiarkan maka akan menimbulkan dampak bagi ekosistem. Jelaskan menurut pendapatmu tentang dampak positif dan negatif jika buah semangka diinovasikan dengan teknik kultur in vitro (kultur jaringan) dan rekayasa genetika!	Dampak positif mengonsumsi semangka tanpa biji yaitu Aldi tidak repot memisahkan biji semangka dari buahnya, selain itu semangka tanpa biji cenderung memiliki lebih banyak likopen ketimbang semangka dengan biji. Likopen yang kita konsumsi dapat berubah menjadi vitamin A, vitamin yang penting untuk kesehatan mata. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan adalah kehilangan kemampuan untuk berkembang biak secara generatif. Selain itu perbanyakkan semangka tanpa biji juga dapat menimbulkan menurunnya keanekaragaman hayati karena sulitnya menemukan biji yang dapat ditanam sebagai bibit awal.

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban										
		Menjelaskan argumen	Antibiotik merupakan hasil produk bioteknologi modern di bidang kesehatan. Senyawa pada antibiotik umumnya dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu yang berfungsi untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri patogen penyebab penyakit. Antibiotik yang pertama kali ditemukan, dihasilkan oleh jamur <i>Penicillium notatum</i> . Apa yang kalian ketahui tentang antibiotik penisilin? Menurut kalian, apa saja dampak positif dan negatif dari perkembangan bioteknologi pada bidang kesehatan? (sebutkan masing-masing 4 dampak positif dan 4 dampak negatif)	Penisilin ini adalah antibiotik yang ampuh melawan infeksi dari bakteri gram positif karena mampu menghambat pembentukan dinding sel bakteri. <table><tr><th>Dampak Positif</th><th>Dampak Negatif</th></tr><tr><td>Bioteknologi sebagai cikal bakal pengembangan medis modern.</td><td>Menyebabkan alergi</td></tr><tr><td>Membantu kemajuan teknologi pengobatan</td><td>Dapat menyerang sistem imunitas manusia</td></tr><tr><td>Terciptanya produk hormon yang terjangkau</td><td>Beberapa produk transgenik bisa mengakibatkan kebal terhadap obat antibiotik</td></tr><tr><td>Terciptanya sistem kekebalan yang melindungi tubuh dari</td><td>Munculnya penyakit baru dan kerentanan terhadap penyakit tertentu</td></tr></table>	Dampak Positif	Dampak Negatif	Bioteknologi sebagai cikal bakal pengembangan medis modern.	Menyebabkan alergi	Membantu kemajuan teknologi pengobatan	Dapat menyerang sistem imunitas manusia	Terciptanya produk hormon yang terjangkau	Beberapa produk transgenik bisa mengakibatkan kebal terhadap obat antibiotik	Terciptanya sistem kekebalan yang melindungi tubuh dari	Munculnya penyakit baru dan kerentanan terhadap penyakit tertentu
Dampak Positif	Dampak Negatif													
Bioteknologi sebagai cikal bakal pengembangan medis modern.	Menyebabkan alergi													
Membantu kemajuan teknologi pengobatan	Dapat menyerang sistem imunitas manusia													
Terciptanya produk hormon yang terjangkau	Beberapa produk transgenik bisa mengakibatkan kebal terhadap obat antibiotik													
Terciptanya sistem kekebalan yang melindungi tubuh dari	Munculnya penyakit baru dan kerentanan terhadap penyakit tertentu													

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban		
				infeksi bakteri dan menyembuhkan tumor/kanker		
		Menjelaskan argumen	Bioteknologi adalah cabang ilmu yang menggabungkan ilmu hayati (biologi) dengan teknologi untuk mengembangkan produk dan proses yang bermanfaat. Bioteknologi melibatkan penggunaan organisme hidup, sistem biologi, atau komponen biologis untuk menciptakan atau memodifikasi produk, mengembangkan teknologi baru, atau memberikan solusi untuk berbagai masalah dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, kesehatan, lingkungan, pangan, dan industri. Bioteknologi dibagi menjadi 2, yakni bioteknologi konvensional dan modern. Bagaimanakah konsep karakteristik bioteknologi modern dan konvensional?	Bioteknologi konvensional menggunakan fermentasi dan prinsip sederhana dalam memanfaatkan makhluk hidup. Sedangkan bioteknologi modern memakai rekayasa genetika dan fusi sel, di mana ini merupakan penerapan yang lebih baru.		
2.	Membangun kemampuan dasar	Menganalisis pernyataan untuk bisa	Perhatikan gambar di bawah ini!	Yogurt adalah produk bioteknologi hasil olahan susu melalui proses fermentasi menggunakan bakteri asam laktat yaitu <i>Lactobacillus bulgaricus</i>		

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban
		dipercaya atau tidak kebenarannya	 (sumber: https://www.kompasiana.com/florent80847/610cb27f06310e7378077185/mahasiswa-kkn-tim-2-undip-ajarkan-cara-membuat-yogurt-rasa-mangga) Yogurt dibuat dari susu dengan kadar lemak rendah dan memanfaatkan salah satu mikroorganisme <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan <i>Streptococcus thermophilus</i>. Analisislah kegunaan bakteri tersebut dalam pembuatan yogurt?	dan <i>Streptococcus thermophilus</i>. Peranan kedua bakteri tersebut adalah mengubah gula pada susu menjadi asam laktat melalui proses fermentasi. Hal inilah yang menyebabkan yogurt memiliki rasa asam. Kedua jenis bakteri tersebut, tidak hanya berperan dalam proses fermentasi asam laktat saja, tetapi juga memiliki peranan berbeda pada pembuatan yogurt. Bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> berperan dalam meningkatkan aroma yang ada pada yogurt. Sedangkan <i>Streptococcus thermophilus</i> berperan dalam meningkatkan cita rasa pada yogurt. Dasar fermentasi susu atau pembuatan yoghurt adalah proses fermentasi komponen gula yang ada di dalam susu, terutama laktosa menjadi asam laktat dan asam-asam lainnya. Asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat meningkatkan citarasa dan meningkatkan keasaman atau menurunkan pH-nya. Semakin rendahnya pH atau derajat keasaman susu setelah fermentasi akan menyebabkan semakin sedikitnya mikroba yang mampu bertahan hidup dan menghambat proses pertumbuhan mikroba

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban
				patogen dan mikroba pengrusak susu, sehingga umur simpan susu dapat menjadi lebih lama.
		Menganalisis pernyataan untuk bisa dipercaya atau tidak kebenarannya	Bacalah dengan seksama penggalan artikel di bawah ini! (sumber: https://journal.uny.ac.id/index.php/dimensia/article/view/3393) Proses kloning bisa saja mengalami kegagalan seperti terjadinya cacat bawaan. Namun di sisi lain, koning hewan berpotensi menyelamatkan spesies langka yang terancam kepunahan. Sebagai sebuah terobosan baru, kloning masih tetap memicu kontroversi dari pihak yang pro	Secara singkat, kloning dapat berlangsung melalui proses pengambilan sel dari tubuh manusia, baik laki-laki ataupun perempuan, kemudian inti selnya diambil dan digabungkan dengan sel telur perempuan yang telah dibuang inti selnya. Sel telur ini lalu ditransfer ke dalam rahim perempuan agar memperbanyak diri, berkembang, berubah menjadi janin dan akhirnya dilahirkan sebagai bayi. Bayi yang dilahirkan merupakan keturunan dengan kode genetik yang sama dengan manusia yang menjadi sumber pengambilan sel tersebut. Berkaitan dengan penciptaan manusia, Al-Quran menyatakan bahwa manusia diciptakan sebagai makhluk paling sempurna di antara seluruh makhluk yang ada di alam semesta (Al-Tin: 95): 4 yang berbunyi: “Sesungguhnya kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baikya”. Berdasarkan kelebihan-kelebihan manusia, dapat dinyatakan bahwa usaha untuk mengkloning manusia unggul dinilai tidak tepat sasaran. Penjelasan Allah dalam

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban				
			dan kontra hingga saat ini. Menurut pendapat anda, apakah manusia dapat dikloning? Jika iya, bagaimana prosesnya? Coba kalian jelaskan!	Al-Quran tentang kesempurnaan penciptaan manusia diantara segala makhluk ciptaan-Nya yang lain, tidak dapat dibantah oleh orang-orang beriman. Dengan logika sederhana dapat digeneralisasi bahwa sesuatu yang sudah sempurna, kemudian disempurnakan lagi, tentu saja dapat menghilangkan sifat kesempurnaanya, bahkan bisa berakibat rusak sama sekali. Apalagi yang menyempurnakan adalah manusia yang terlahir dari hasil kreasi sang Maha Pencipta.				
		Mengobservasi dan memperhitung-kan hasil observasi	Perhatikan gambar di bawah ini!  A  B (sumber gambar A:	a. Gambar A merupakan bioteknologi konvensional karena proses pengolahan masih menggunakan mikroorganisme. Gambar B merupakan bioteknologi modern karena proses pengolahan tidak lagi menggunakan mikroorganisme, tetapi sudah memakai alat laboratorium. b. <table><tr><td>No</td><td>Pembeda</td><td>Bioteknologi Konvensional</td><td>Bioteknologi Modern</td></tr></table>	No	Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern
No	Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern					

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban																												
			https://zalihakim.blogspot.com/2016/03/bioteknologi.html) (sumber gambar B: https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rpp/770772-1674610027.pdf) Jawablah pertanyaan berikut ini! a. Berdasarkan gambar di atas, kelompokkan ke dalam produk bioteknologi konvensional atau bioteknologi modern! Jelaskan alasannya! b. Lengkapi tabel di bawah ini! <table><tr><th>No</th><th>Pembeda</th><th>Bioteknologi Konvensional</th><th>Bioteknologi Modern</th></tr><tr><td>1</td><td>Peralatan atau teknologi yang digunakan</td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>Proses pembuatan produk (steril/non steril)</td><td></td><td></td></tr></table>	No	Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern	1	Peralatan atau teknologi yang digunakan			2	Proses pembuatan produk (steril/non steril)			<table><tr><td>1</td><td>Peralatan atau teknologi yang digunakan</td><td>Masih sederhana, menggunakan mikroorganisme</td><td>Menggunakan alat laboratorium</td></tr><tr><td>2</td><td>Proses pembuatan produk (steril/non steril)</td><td>Tidak steril</td><td>Steril</td></tr><tr><td>3</td><td>Pemanfaatan mikroorganisme</td><td>Memanfaatkan mikroorganisme</td><td>Tidak memanfaatkan</td></tr><tr><td>4</td><td>Prinsip kerja</td><td>Proses fermentasi</td><td>Rekayasa genetika</td></tr></table>	1	Peralatan atau teknologi yang digunakan	Masih sederhana, menggunakan mikroorganisme	Menggunakan alat laboratorium	2	Proses pembuatan produk (steril/non steril)	Tidak steril	Steril	3	Pemanfaatan mikroorganisme	Memanfaatkan mikroorganisme	Tidak memanfaatkan	4	Prinsip kerja	Proses fermentasi	Rekayasa genetika
No	Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern																													
1	Peralatan atau teknologi yang digunakan																															
2	Proses pembuatan produk (steril/non steril)																															
1	Peralatan atau teknologi yang digunakan	Masih sederhana, menggunakan mikroorganisme	Menggunakan alat laboratorium																													
2	Proses pembuatan produk (steril/non steril)	Tidak steril	Steril																													
3	Pemanfaatan mikroorganisme	Memanfaatkan mikroorganisme	Tidak memanfaatkan																													
4	Prinsip kerja	Proses fermentasi	Rekayasa genetika																													

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal				Jawaban						
			3	Pemanfaatan mikroorganisme									
			4	Prinsip kerja									
3	Menyimpulkan	Mendeduksi dan memperhitungkan hasil deduksi	Siswa sedang melaksanakan praktikum tapai singkong berdasarkan langkah-langkah pembuatan tapai. Dibentuk 2 kelompok siswa. Hasil praktikum menunjukkan tapai singkong milik kelompok 2 belum lunak dan tidak tercium bau alkohol. Sedangkan tapai singkong milik kelompok 1 lunak dan tercium bau alkohol. Setelah diselidiki ternyata kelompok 2 tidak menutup bagian atas singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat. Analisislah mengapa hal tersebut bisa berpengaruh pada pembuatan tapai singkong!				Dalam pembuatan tapai singkong, ragi dari jamur <i>Saccaromyces cereviceae</i> mengeluarkan enzim yang dapat memecah karbohidrat pada singkong menjadi gula 226 yang lebih sederhana. Dalam hal ini, proses fermentasi memanfaatkan mikroba anaerob, maka dari itu diperlukan wadah berisi penutup daun pisang untuk proses fermentasi karna daun pisang dapat mengeluarkan udara panas.						
4	Memberi penjelasan lanjut	Mengidentifikasi asumsi	A. Berilah tanda silang pada kolom benar atau salah pada kolom pernyataan-pernyataan di bawah ini dan tuliskan alasan pendapatmu!				A.						
				Pernyataan	B	S			Pernyataan	B	S		Alasan
					e	a	Alasan			e	a	h	
					r					a			

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal					Jawaban																										
			<table><tr><td></td><td></td><td>n a r</td><td>l a h</td><td></td></tr><tr><td>A</td><td>Senjata biologi merupakan produk bioteknologi</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>Senjata biologi sulit diproduksi dan disebar</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>C</td><td>Varian virus corona dapat digunakan sebagai senjata biologi</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td>Senjata biologi sulit dilacak</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			n a r	l a h		A	Senjata biologi merupakan produk bioteknologi				B	Senjata biologi sulit diproduksi dan disebar				C	Varian virus corona dapat digunakan sebagai senjata biologi				D	Senjata biologi sulit dilacak					A	Senjata biologi merupakan produk bioteknologi	X		Senjata yang menggunakan patogen (bakteri, virus, atau organisme p enghasil penyakit lainnya) sebagai alat untuk membunuh, melukai, atau melumpuhkan musuh. Dalam pengertian yang lebih luas, senjata biologis tidak hanya berupa organisme e patogen, tetapi juga toksin berba haya yang dihasilkan oleh organisme te rtentu. Dalam kenyataanya, senjata biologis tidak hanya menyerang manusia, tetapi juga hewan dan tanaman.
		n a r	l a h																															
A	Senjata biologi merupakan produk bioteknologi																																	
B	Senjata biologi sulit diproduksi dan disebar																																	
C	Varian virus corona dapat digunakan sebagai senjata biologi																																	
D	Senjata biologi sulit dilacak																																	

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban				
				B	Senjata biologi sulit diproduksi dan disebar	X		Produksi dan penyebaran senjata biologi membutuhkan keahlian dan teknologi yang canggih, serta infrastruktur yang memadai.
				C	Varian virus corona dapat digunakan sebagai senjata biologi		X	Varian virus Corona dapat dimodifikasi dan dimanipulasi untuk menjadi senjata biologi, namun hal ini membutuhkan keahlian dan teknologi yang canggih.
				D	Senjata biologi sulit dilacak	X		Gejala yang ditimbulkan oleh senjata biologi dapat menyerupai penyakit alami, sehingga sulit untuk dideteksi.

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban
				Sangat tidak menyarankan penggunaan senjata biologis dimedan perang karena sangat tidak manusiawi dan membuat dunia sains sangat jahat dimata dunia
		Mengidentifikasi asumsi	Anggrek memiliki bentuk bunga yang unik, bentuk dari bunga ini mampu menarik perhatian serangga peyerbuk. Namun tidak semua anggrek dapat melakukan penyerbukan secara alami. Banyak pula jenis-jenis anggrek yang membutuhkan campur tangan manusia dalam penyerbukannya seperti anggrek bulan, perbanyak anggrek dengan buah hanya bisa dilakukan dalam lingkungan yang aseptik melaui kultur jaringan. Menurut pendapat kalian, apa kelebihan dan kelemahan teknik kultur jaringan tumbuhan pada tanaman anggrek?	- Kelebihan kultur jaringan dibandingkan dengan perbanyak bibit secara konvensional adalah; perbanyak bibit dapat dilakukan dengan cepat dan dalam skala banyak, kontinuitas ketersediaan bibit akan terjaga sepanjang waktu, tanpa harus menunggu musim berbuah, bibit yang dihasilkan akan sama dengan induknya, tingkat keseragaman pertumbuhan bibit di lapangan tinggi, hemat biaya pengiriman/transportasi, dan bebas hama penyakit. - Kelemahan kultur jaringan antara lain; Membutuhkan biaya operasional dan fasilitas produksi yang mahal, membutuhkan tenaga kerja yang khusus dan terampil, dan harga bibit kultur jaringan lebih mahal

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban
5	Strategi dan taktik	Menentukan suatu tindakan	Sepasang suami istri yang sudah belasan tahun berumah tangga dan belum dikaruniai buah hati (anak), apakah sepasang suami istri tersebut dapat melaksanakan program bayi tabung? coba kalian jelaskan bagaimana mekanisme bayi tabung tersebut!	Bisa. Dalam proses bayi tabung, sel sperma dan sel telur diambil dari pasangan suami istri. Kemudian di laboratorium kedua sel tersebut dipertemukan sehingga terjadi pembuahan. Hasil pembuahan ditempatkan dalam inkubator khusus hingga berkembang menjadi embrio. Selanjutnya, embrio ditanam ke rahim agar berkembang menjadi janin seperti kehamilan biasa.

Lampiran 24. Lembar Validasi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

**LEMBAR VALIDASI
INSTRUMEN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

A. Identitas

Nama Peneliti	:	Putri Dwi Marliani
Judul Penelitian	:	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL) Terintegrasi <i>Reading, Questioning, and Answering</i> Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X pada Pembelajaran Biologi
Sumber	:	Di Adaptasi dari Wahyuningsih, E. N. (2022)
Validator	:	Dr. Listyono, M.Pd.
Instansi	:	UIN Walisongo Semarang
Hari/Tanggal	:	

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberikan penilaian dengan memberi tanda cek (√) pada kolom skor penilaian yang tersedia. Deskripsi skala penilaian sebagai berikut.
 - 1 : kurang
 - 2 : cukup baik
 - 3 : baik
 - 4 : sangat baik
2. Bila menurut Bapak/Ibu validator instrumen keterampilan berpikir kritis perlu ada revisi, mohon ditulis pada kolom yang telah disediakan guna perbaikan.
3. Kesimpulan hasil validasi secara umum dapat diberikan dengan melingkari keterangan yang sesuai.

4. Atas kesediaan dan bantuan Bapak/Ibu saya mengucapkan terima kasih

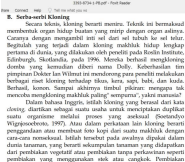
C. Angket Validator

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban	No. Soal	Skor			
						1	2	3	4
1	Menjelaskan secara sederhana	Menjelaskan argumen	Aldi sangat suka mengonsumsi produk olahan yang merupakan hasil rekayasa genetika seperti mengonsumsi semangka kotak dan tanpa biji. Berkat kemajuan bioteknologi saat ini dipasaran sudah dijual buah semangka tanpa biji. Tentunya hal ini menguntungkan bagi konsumen karena dagingnya lebih banyak dan lebih mudah untuk mengkonsumsinya. Namun jika semangka tanpa biji ini terus menerus dibiarkan maka akan menimbulkan dampak bagi ekosistem. Jelaskan menurut pendapatmu tentang dampak positif dan negatif jika buah semangka diinovasikan	Dampak positif mengonsumsi semangka tanpa biji yaitu Aldi tidak repot memisahkan biji semangka dari buahnya, selain itu semangka tanpa biji cenderung memiliki lebih banyak likopen ketimbang semangka dengan biji. Likopen yang kita konsumsi dapat berubah menjadi vitamin A, vitamin yang penting untuk kesehatan mata. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan adalah kehilangan kemampuan untuk berkembang biak secara generatif. Selain itu perbanyak semangka tanpa biji juga dapat menimbulkan menurunnya keanekaragaman	2			√	

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban	No Soal	Skor													
						1	2	3	4										
			dengan teknik kultur in vitro (kultur jaringan) dan rekayasa genetika!	hayati karena sulitnya menemukan biji yang dapat ditanam sebagai bibit awal.															
		Menjelaskan argumen	Antibiotik merupakan hasil produk bioteknologi modern di bidang kesehatan. Senyawa pada antibiotik umumnya dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu yang berfungsi untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri patogen penyebab penyakit. Antibiotik yang pertama kali ditemukan, dihasilkan oleh jamur <i>Penicillium notatum</i> . Apa yang kalian ketahui tentang antibiotik penisilin? Menurut kalian, apa saja dampak positif dan negatif dari perkembangan bioteknologi pada bidang kesehatan? (sebutkan masing-masing 4 dampak positif dan 4 dampak negatif)	Penisilin ini adalah antibiotik yang ampuh melawan infeksi dari bakteri gram positif karena mampu menghambat pembentukan dinding sel bakteri. <table><tr><th>Dampak Positif</th><th>Dampak Negatif</th></tr><tr><td>Bioteknologi sebagai cikal bakal pengembangan medis modern.</td><td>Menyebabkan alergi</td></tr><tr><td>Membantu kemajuan teknologi pengobatan</td><td>Dapat menyerang sistem imunitas manusia</td></tr><tr><td>Terciptanya produk hormon yang terjangkau</td><td>Beberapa produk transgenik bisa mengakibatkan kebal terhadap obat antibiotik</td></tr><tr><td>Terciptanya sistem</td><td>Munculnya penyakit baru dan kerentanan</td></tr></table>	Dampak Positif	Dampak Negatif	Bioteknologi sebagai cikal bakal pengembangan medis modern.	Menyebabkan alergi	Membantu kemajuan teknologi pengobatan	Dapat menyerang sistem imunitas manusia	Terciptanya produk hormon yang terjangkau	Beberapa produk transgenik bisa mengakibatkan kebal terhadap obat antibiotik	Terciptanya sistem	Munculnya penyakit baru dan kerentanan	4				√
Dampak Positif	Dampak Negatif																		
Bioteknologi sebagai cikal bakal pengembangan medis modern.	Menyebabkan alergi																		
Membantu kemajuan teknologi pengobatan	Dapat menyerang sistem imunitas manusia																		
Terciptanya produk hormon yang terjangkau	Beberapa produk transgenik bisa mengakibatkan kebal terhadap obat antibiotik																		
Terciptanya sistem	Munculnya penyakit baru dan kerentanan																		

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban		No Soal	Skor			
							1	2	3	4
				kekebalan yang melindungi tubuh dari infeksi bakteri dan menyembuhkan tumor/kanker	terhadap penyakit tertentu					
		Menjelaskan argumen	Bioteknologi adalah cabang ilmu yang menggabungkan ilmu hayati (biologi) dengan teknologi untuk mengembangkan produk dan proses yang bermanfaat. Bioteknologi melibatkan penggunaan organisme hidup, sistem biologi, atau komponen biologis untuk menciptakan atau memodifikasi produk, mengembangkan teknologi baru, atau memberikan solusi untuk berbagai masalah dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, kesehatan, lingkungan, pangan, dan industri. Bioteknologi dibagi menjadi 2, yakni bioteknologi konvensional dan modern. Bagaimanakah konsep karakteristik bioteknologi modern dan konvensional?	Bioteknologi konvensional menggunakan fermentasi dan prinsip sederhana dalam memanfaatkan makhluk hidup. Sedangkan bioteknologi modern memakai rekayasa genetika dan fusi sel, di mana ini merupakan penerapan yang lebih baru.		6				√

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban	No. Soal	Skor			
						1	2	3	4
2.	Membangun kemampuan dasar	Menganalisis pernyataan untuk bisa dipercaya atau tidak kebenarannya	Perhatikan gambar di bawah ini!  (sumber: https://www.kompasiana.com/florent80847/610cb27f06310e7378077185/mahasiswa-kkn-tim-2-undip-ajarkan-cara-membuat-yogurt-rasa-mangga) Yogurt dibuat dari susu dengan kadar lemak rendah dan memanfaatkan salah satu mikroorganisme <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan <i>Streptococcus thermophilus</i>. Analisislah kegunaan bakteri tersebut dalam pembuatan yogurt?	Yogurt adalah produk bioteknologi hasil olahan susu melalui proses fermentasi menggunakan bakteri asam laktat yaitu <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan <i>Streptococcus thermophilus</i>. Peranan kedua bakteri tersebut adalah mengubah gula pada susu menjadi asam laktat melalui proses fermentasi. Hal inilah yang menyebabkan yogurt memiliki rasa asam. Kedua jenis bakteri tersebut, tidak hanya berperan dalam proses fermentasi asam laktat saja, tetapi juga memiliki peranan berbeda pada pembuatan yogurt. Bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> berperan dalam meningkatkan aroma yang ada pada yogurt. Sedangkan <i>Streptococcus thermophilus</i> berperan dalam meningkatkan cita rasa pada yogurt. Dasar fermentasi susu atau pembuatan yoghurt adalah proses fermentasi komponen gula yang ada di dalam susu, terutama laktosa menjadi asam laktat dan asam-asam lainnya. Asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat meningkatkan citarasa dan meningkatkan keasaman atau menurunkan pH-nya. Semakin rendahnya pH atau derajat	5				√

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban	No. Soal	Skor			
						1	2	3	4
				keasaman susu setelah fermentasi akan menyebabkan semakin sedikitnya mikroba yang mampu bertahan hidup dan menghambat proses pertumbuhan mikroba patogen dan mikroba pengrusak susu, sehingga umur simpan susu dapat menjadi lebih lama.					
		Menganalisis pernyataan untuk bisa dipercaya atau tidak kebenarannya	Bacalah dengan seksama penggalan artikel di bawah ini!  (sumber: https://journal.uny.ac.id/index.php/dimensia/article/view/3393) Proses kloning bisa saja mengalami kegagalan seperti terjadinya cacat bawaan. Namun di sisi	Secara singkat, kloning berarti membuat, tidak ada perbedaan antara klon yang dibuat dengan klon yang asli. Kloning dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu kloning somatis dan kloning generatif. Kloning somatis adalah kloning yang dilakukan dengan menggunakan sel somatis dari tubuh makhluk hidup. Kloning generatif adalah kloning yang dilakukan dengan menggunakan sel generatif dari tubuh makhluk hidup. Kloning somatis dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu kloning somatis langsung dan kloning somatis tidak langsung. Kloning somatis langsung adalah kloning yang dilakukan dengan menggunakan sel somatis dari tubuh makhluk hidup yang akan dikloning. Kloning somatis tidak langsung adalah kloning yang dilakukan dengan menggunakan sel somatis dari tubuh makhluk hidup yang akan dikloning, tetapi sel tersebut terlebih dahulu diinduksi untuk menjadi sel totipoten. Kloning generatif dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu kloning generatif langsung dan kloning generatif tidak langsung. Kloning generatif langsung adalah kloning yang dilakukan dengan menggunakan sel generatif dari tubuh makhluk hidup yang akan dikloning. Kloning generatif tidak langsung adalah kloning yang dilakukan dengan menggunakan sel generatif dari tubuh makhluk hidup yang akan dikloning, tetapi sel tersebut terlebih dahulu diinduksi untuk menjadi sel totipoten.	10				✓

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban	No. Soal	Skor			
						1	2	3	4
			lain, koning hewan berpotensi menyelamatkan spesies langka yang terancam kepunahan. Sebagai sebuah terobosan baru, kloning masih tetap memicu kontroversi dari pihak yang pro dan kontra hingga saat ini. Menurut pendapat anda, apakah manusia dapat dikloning? Jika iya, bagaimana prosesnya? Coba kalian jelaskan!	yang berbunyi: “Sesungguhnya kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya”. Berdasarkan kelebihan-kelebihan manusia, dapat dinyatakan bahwa usaha untuk mengkloning manusia unggul dinilai tidak tepat sasaran. Penjelasan Allah dalam Al-Quran tentang kesempurnaan penciptaan manusia diantara segala makhluk ciptaan-Nya yang lain, tidak dapat dibantah oleh orang-orang beriman. Dengan logika sederhana dapat digeneralisasi bahwa sesuatu yang sudah sempurna, kemudian disempurnakan lagi, tentu saja dapat menghilangkan sifat kesempurnaanya, bahkan bisa berakibat rusak sama sekali. Apalagi yang menyempurnakan adalah manusia yang terlahir dari hasil kreasi sang Maha Pencipta.					
		Mengobservasi dan memperhitungkan hasil observasi	Perhatikan gambar di bawah ini!	c. Gambar A merupakan bioteknologi konvensional karena proses pengolahan masih menggunakan mikroorganisme. Gambar B merupakan bioteknologi modern	1			√	

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban	No Soal	Skor																						
						1	2	3	4																			
			  (sumber gambar A: https://zalihakim.blogspot.com/2016/03/bioteknologi.html) (sumber gambar B: https://files1.simpkb.id/gurubagi/rpp/770772-1674610027.pdf) Jawablah pertanyaan berikut ini! c. Berdasarkan gambar di atas, kelompokkan ke dalam produk bioteknologi konvensional atau bioteknologi modern! Jelaskan alasannya! d. Lengkapilah tabel di bawah ini!	karena proses pengolahan tidak lagi menggunakan mikroorganisme, tetapi sudah memakai alat laboratorium. d. <table><tr><th>No</th><th>Pembeda</th><th>Bioteknologi Konvensional</th><th>Bioteknologi Modern</th></tr><tr><td>1</td><td>Peralatan atau teknologi yang digunakan</td><td>Masih sederhana, menggunakan mikroorganisme</td><td>Menggunakan alat laboratorium</td></tr><tr><td>2</td><td>Proses pembuatan produk (steril/non steril)</td><td>Tidak steril</td><td>Steril</td></tr><tr><td>3</td><td>Pemanfaatan mikroorganisme</td><td>Memanfaatkan mikroorganisme</td><td>Tidak memanfaatkan</td></tr><tr><td>4</td><td>Prinsip kerja</td><td>Proses fermentasi</td><td>Rekayasa genetika</td></tr></table>	No	Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern	1	Peralatan atau teknologi yang digunakan	Masih sederhana, menggunakan mikroorganisme	Menggunakan alat laboratorium	2	Proses pembuatan produk (steril/non steril)	Tidak steril	Steril	3	Pemanfaatan mikroorganisme	Memanfaatkan mikroorganisme	Tidak memanfaatkan	4	Prinsip kerja	Proses fermentasi	Rekayasa genetika				
No	Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern																									
1	Peralatan atau teknologi yang digunakan	Masih sederhana, menggunakan mikroorganisme	Menggunakan alat laboratorium																									
2	Proses pembuatan produk (steril/non steril)	Tidak steril	Steril																									
3	Pemanfaatan mikroorganisme	Memanfaatkan mikroorganisme	Tidak memanfaatkan																									
4	Prinsip kerja	Proses fermentasi	Rekayasa genetika																									

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal				Jawaban	No. Soal	Skor																							
			1	2	3	4																										
			<table><tr><td>No</td><td>Pembeda</td><td>Bioteknologi Konvensional</td><td>Bioteknologi Modern</td></tr><tr><td>1</td><td>Peralatan atau teknologi yang digunakan</td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>Proses pembuatan produk (steril/non steril)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>Pemanfaatan mikroorganisme</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td>Prinsip kerja</td><td></td><td></td></tr></table>	No	Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern	1	Peralatan atau teknologi yang digunakan			2	Proses pembuatan produk (steril/non steril)			3	Pemanfaatan mikroorganisme			4	Prinsip kerja											
No	Pembeda	Bioteknologi Konvensional	Bioteknologi Modern																													
1	Peralatan atau teknologi yang digunakan																															
2	Proses pembuatan produk (steril/non steril)																															
3	Pemanfaatan mikroorganisme																															
4	Prinsip kerja																															
3	Menyimpulkan	Mendeduksi dan memperhitungkan hasil deduksi	Siswa sedang melaksanakan praktikum tapai singkong berdasarkan langkah-langkah pembuatan tapai. Dibentuk 2 kelompok siswa. Hasil praktikum menunjukkan tapai singkong milik kelompok 2 belum lunak dan tidak tercium bau alkohol. Sedangkan tapai singkong milik kelompok 1 lunak dan tercium bau alkohol. Setelah diselidiki ternyata kelompok 2 tidak menutup bagian atas singkong dengan daun				Dalam pembuatan tapai singkong, ragi dari jamur <i>Saccaromyces cereviceae</i> mengeluarkan enzim yang dapat memecah karbohidrat pada singkong menjadi gula 226 yang lebih sederhana. Dalam hal ini, proses fermentasi memanfaatkan mikroba anaerob, maka dari itu diperlukan wadah berisi penutup daun pisang untuk proses fermentasi karna daun pisang dapat mengeluarkan udara panas.	7				√																				

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban	No. Soal	Skor																																					
						1	2	3	4																																		
			pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat. Analisislah mengapa hal tersebut bisa berpengaruh pada pembuatan tapai singkong!																																								
4	Memberi penjelasan lanjut	Mengidentifikasi asumsi	B. Berilah tanda silang pada kolom benar atau salah pada kolom pernyataan-pernyataan di bawah ini dan tuliskan alasan pendapatmu! <table><thead><tr><th></th><th>Pernyataan</th><th>Benar</th><th>Salah</th><th>Alasan</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td>Senjata biologi merupakan produk bioteknologi</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>Senjata biologi sulit diproduksi dan disebarkan</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>C</td><td>Varian virus corona dapat digunakan sebagai senjata biologi</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td>Senjata biologi sulit dilacak</td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>		Pernyataan	Benar	Salah	Alasan	A	Senjata biologi merupakan produk bioteknologi				B	Senjata biologi sulit diproduksi dan disebarkan				C	Varian virus corona dapat digunakan sebagai senjata biologi				D	Senjata biologi sulit dilacak				A. <table><thead><tr><th></th><th>Pernyataan</th><th>Benar</th><th>Salah</th><th>Alasan</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td>Senjata biologi merupakan produk bioteknologi</td><td>X</td><td></td><td>Senjata yang menggunakan patogen (hakteri, virus, atau organisme penghasil penyakit lainnya) sebagai alat untuk membunuh, melukai, atau melumpuhkan musuh. Dalam pengertian yang lebih luas, senjata biologis tidak hanya berupa organism</td></tr></tbody></table>		Pernyataan	Benar	Salah	Alasan	A	Senjata biologi merupakan produk bioteknologi	X		Senjata yang menggunakan patogen (hakteri , virus , atau organisme penghasil penyakit lainnya) sebagai alat untuk membunuh, melukai, atau melumpuhkan musuh. Dalam pengertian yang lebih luas, senjata biologis tidak hanya berupa organism	3		√	
	Pernyataan	Benar	Salah	Alasan																																							
A	Senjata biologi merupakan produk bioteknologi																																										
B	Senjata biologi sulit diproduksi dan disebarkan																																										
C	Varian virus corona dapat digunakan sebagai senjata biologi																																										
D	Senjata biologi sulit dilacak																																										
	Pernyataan	Benar	Salah	Alasan																																							
A	Senjata biologi merupakan produk bioteknologi	X		Senjata yang menggunakan patogen (hakteri , virus , atau organisme penghasil penyakit lainnya) sebagai alat untuk membunuh, melukai, atau melumpuhkan musuh. Dalam pengertian yang lebih luas, senjata biologis tidak hanya berupa organism																																							

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban				Nilai	Skor			
									1	2	3	4
			Jika suatu saat nanti kalian di dunia militer dan kalian ditugaskan di medan peperangan, berikanlah pendapatmu tentang penggunaan senjata biologi!				e patogen, tetapi juga toksin berba haya yang dihasilkan oleh organisme tertentu. Dalam kenyataanya, senjata biologis tidak hanya menyerang manusia, tetapi juga hewan dan tanaman.					
				B	Senjata biologi sulit diproduksi dan disebar	X	Produksi dan penyebaran senjata biologi membutuhkan keahlian dan teknologi yang canggih, serta infrastruktur yang memadai.					
				C	Varian virus corona dapat digunakan sebagai senjata biologi	X	Varian virus Corona dapat dimodifikasi dan dimanipulasi untuk menjadi senjata biologi, namun hal ini membutuhkan					

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban	No. Soal	Skor													
						1	2	3	4										
				<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>keahlian dan teknologi yang canggih.</td></tr><tr><td>D</td><td>Senjata biologi sulit dilacak</td><td>X</td><td></td><td>Gejala yang ditimbulkan oleh senjata biologi dapat menyerupai penyakit alami, sehingga sulit untuk dideteksi.</td></tr></table> Sangat tidak menyarankan penggunaan senjata biologis dimedan perang karena sangat tidak manusiawi dan membuat dunia sains sangat jahat dimata dunia					keahlian dan teknologi yang canggih.	D	Senjata biologi sulit dilacak	X		Gejala yang ditimbulkan oleh senjata biologi dapat menyerupai penyakit alami, sehingga sulit untuk dideteksi.					
				keahlian dan teknologi yang canggih.															
D	Senjata biologi sulit dilacak	X		Gejala yang ditimbulkan oleh senjata biologi dapat menyerupai penyakit alami, sehingga sulit untuk dideteksi.															
		Mengidentifikasi asumsi	Anggrek memiliki bentuk bunga yang unik, bentuk dari bunga ini mampu menarik perhatian serangga peyerbuk. Namun tidak semua anggrek dapat melakukan penyerbukan secara alami. Banyak pula jenis-jenis anggrek yang membutuhkan campur tangan manusia dalam penyerbukannya seperti anggrek bulan, perbanyak anggrek dengan buah hanya bisa dilakukan dalam lingkungan yang aseptic melaui	- Kelebihan kultur jaringan dibandingkan dengan perbanyak bibit secara konvensional adalah; perbanyak bibit dapat dilakukan dengan cepat dan dalam skala banyak, kontinuitas ketersediaan bibit akan terjaga sepanjang waktu, tanpa harus menunggu musim berbuah, bibit yang dihasilkan akan sama dengan induknya, tingkat keseragaman pertumbuhan bibit di	8				√										

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Soal	Jawaban	No Soal	Skor			
						1	2	3	4
			kultur jaringan. Menurut pendapat kalian, apa kelebihan dan kelemahan teknik kultur jaringan tumbuhan pada tanaman anggrek?	lapangan tinggi, hemat biaya pengiriman/transportasi, dan bebas hama penyakit. - Kelemahan kultur jaringan antara lain; Membutuhkan biaya operasional dan fasilitas produksi yang mahal, membutuhkan tenaga kerja yang khusus dan terampil, dan harga bibit kultur jaringan lebih mahal					
5	Strategi dan taktik	Menentukan suatu tindakan	Sepasang suami istri yang sudah belasan tahun berumah tangga dan belum dikaruniai buah hati (anak), apakah sepasang suami istri tersebut dapat melaksanakan program bayi tabung? coba kalian jelaskan bagaimana mekanisme bayi tabung tersebut!	Bisa. Dalam proses bayi tabung, sel sperma dan sel telur diambil dari pasangan suami istri. Kemudian di laboratorium kedua sel tersebut dipertemukan sehingga terjadi pembuahan. Hasil pembuahan ditempatkan dalam inkubator khusus hingga berkembang menjadi embrio. Selanjutnya, embrio ditanam ke rahim agar berkembang menjadi janin seperti kehamilan biasa.	9				√

Adaptasi : (Wahyuningsih, 2022)

D. Komentar dan Saran**E. Kesimpulan**

Berdasarkan penilaian diatas, lembar angket siswa dinyatakan:

- a) Layak digunakan tanpa revisi b) Layak digunakan dengan revisi c) Tidak Layak Digunakan

Semarang, 9 Desember 2024

Validator



Dr. Listyono, M.Pd.

Lampiran 25. Lembar validasi angket berpikir kritis

LEMBAR VALIDASI
ANGKET BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

- A. Petunjuk
1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian terhadap lembar angket berpikir kritis peserta didik yang telah peneliti susun.
 2. Pengisian lembar validasi ini dapat dilakukan dengan memberikan tanda (√) pada skala penilaian.
Adapun keterangan lebih lanjut mengenai penilaian adalah sebagai berikut:
1= Kurang baik
2= Cukup baik
3= Baik
4= Sangat baik
 3. Setelah mengisi kolom penilaian dimohon Bapak/Ibu memberikan tanda (√) pada bagian kesimpulan.
 4. Apabila ada suatu hal yang perlu direvisi, mohon memberikan saran perbaikan pada bagian komentar dan saran.
- B. Penilaian

No.	Indikator	4	3	2	1	Keterangan
1.	Petunjuk pengisian sudah jelas dan mudah dimengerti	√				
2.	Indikator sudah sesuai dengan indikator berpikir kritis	√				
3.	Lembar observasi berpikir kritis menggunakan bahasa sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia (EBI)		√			
4.	Lembar observasi berpikir kritis menggunakan bahasa yang mudah dipahami		√			
5.	Tidak terdapat pernyataan yang sama di dalam instrumen	√				

Kesimpulan penelitian

Penilaian terhadap angket berpikir kritis peserta didik :

- (a) ~~Dapat digunakan tanpa revisi~~
- (b) Dapat digunakan dengan revisi
- (c) ~~Tidak dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi~~

C. Komentar dan saran perbaikan

D. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian diatas, lembar angket siswa dinyatakan:

- b) ~~Layak digunakan tanpa revisi~~
- c) b) Layak digunakan dengan revisi
- d) c) ~~Tidak Layak Digunakan~~

Semarang, 9 Desember 2024

Validator



Dr. Listyono, M.Pd.

Lampiran.... Lembar Validasi Modul Ajar

Lembar Validasi Materi

Modul Ajar Biologi

A. Petunjuk

Dalam menyusun skripsi, peneliti mengembangkan perangkat pembelajaran berupa Modul Ajar. Dengan ini, peneliti meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian mengenai tingkat relevansi antara indikator dengan materi. Penilaian dilakukan dengan cara membubuhkan tanda cekdis (✓) pada skala penilaian yang telah disediakan, sebagai berikut :

- 1 = Tidak relevan
- 2 = Kurang relevan
- 3 = Cukup relevan
- 4 = Relevan

Selanjutnya untuk memudahkan revisi atau kelengkapan dari Perangkat Pembelajaran Modul Ajar, dimohon kesediaan Bapak/Ibu berkenan memberikan saran-saran perbaikan pada tulisan yang disertakan.

Terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu memberikan penilaian objektif.

B. Lembar penilaian

No	Kriteria penilaian	Indikator	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
1	Identitas Modul Ajar	a. Judul				V
		b. Satuan Tingkat Pendidikan				V
		c. Mata Pelajaran				V
		d. Kelas/Semester				V
		e. Alokasi Waktu				V

2	Kompetensi Dasar	Kesesuaian Kompetensi Dasar dengan Silabus				V
3	Tujuan pembelajaran	a. Ketetapan penjabaran indikator hasil belajar ke dalam tujuan pembelajaran (proses dan produk)				V
		b. Keterukuran tujuan pembelajaran (proses dan produk) mencakup aspek <i>audience, behavior, condition, and degree</i>)				V
		c. Kesesuaian tujuan pembelajaran (proses dan produk) dengan perkembangan kognitif peserta didik			V	
4	Kelengkapan	a. Sumber belajar				V
		b. Model, pendekatan, dan metode pembelajaran yang digunakan				V
5	Skenario pembelajaran	a. Kesesuaian sintaks model				V
		b. Penggunaan pendekatan dan metode diuraikan dengan jelas dalam proses pembelajaran				V

		c. Tahap pembelajaran untuk setiap fase diuraikan dengan jelas				V
		d. Sistematisa tahap pembelajaran untuk setiap fase diuraikan dengan jelas				V
		e. Kegiatan guru dirumuskan secara operasional untuk setiap fase diuraikan dengan jelas			V	
		f. Kegiatan peserta didik dirumuskan secara operasional untuk setiap fase			V	
		g. Kesesuaian waktu yang digunakan dengan tahap pembelajaran				V
6	Asesmen	Kesesuaian teknik dan bentuk penilaian dengan ketercapaian tujuan pembelajaran				V
7	Bahasa	a. Penggunaan bahasa ditinjau dari penggunaan kaidah bahasa indonesia				V
		b. Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif			V	
		c. Kesederhanaan struktur kalimat				V

Sumber: Adaptasi Sella (2020)

C. Saran-saran

- Cek KD pada Permendikbud No. 37 tahun 2018
- Perbaiki IPK termasuk penggunaan KKO
- Perbaiki aspek-aspek pada lembar aktivitas guru dan peserta didik

D. Kesimpulan

Demikian lembar penilaian validasi materi Lembar Kerja Peserta Didik (RPP)

- 1) ~~Modul Ajar dapat diterapkan tanpa revisi~~
- 2) ~~Modul Ajar dapat diterapkan dengan revisi kecil~~
- 3) ~~Modul Ajar dapat diterapkan dengan revisi besar~~
- 4) ~~Modul Ajar tidak dapat diterapkan~~

Semarang, 9 Desember 2024

Validator



Dr. Listyono, M.Pd.

		Tugas yang disajikan mendorong rasa ingin tahu siswa			V
		Tugas yang disajikan mendorong keinginan siswa untuk mencari informasi lebih lanjut			V
7	Penyajian materi	Penyajian materi dimulai dari yang mudah ke sukar			V
		Penyajian materi dimulai dari yang konkrit ke abstrak		V	
		Penyajian materi dimulai dari yang dikenal ke yang belum dikenal		V	
		Pengemasan materi sesuai dengan pendekatan keilmuan biologi			V

Sumber: Adaptasi Sella (2020)

C. Saran-saran

1. Berikan gambar yang sumbernya terpercaya
2. Berikan artikel yang berupa jurnal bukan artikel website
3. Tambahkan sitasi dan daftar pustaka

D. Kesimpulan

Demikian lembar penilaian validasi materi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

1. ~~LKPD dapat diterapkan tanpa revisi~~
2. LKPD dapat diterapkan dengan revisi kecil
3. ~~LKPD dapat diterapkan dengan revisi besar~~
4. ~~LKPD tidak dapat diterapkan~~

		Kesesuaian tugas dan soal yang diberikan dengan KI dan KD			V
2	Keakuratan materi	Keakuratan konsep dan definisi		V	
		Keakuratan contoh		V	
		Keakuratan gambar		V	
3	Kemutakhiran materi	Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu		V	
		Penggunaan contoh kasus terkini		V	
		Kemutakhiran rujukan yang digunakan		V	
4	Kedalaman materi	Kedalaman materi sesuai dengan tingkat perkembangan siswa		V	
		Penjabaran materi sesuai dengan tuntutan kurikulum		V	
5	Kekontekstualan materi	Penyajian materi sesuai dengan kenyataan hidup sehari-hari			V
		Penggunaan contoh sesuai dengan kenyataan hidup sehari-hari		V	
6	Mendorong keingintahuan	Materi yang disajikan mendorong rasa ingin tahu siswa		V	

Lembar Validasi Materi

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

A. Petunjuk

Dalam menyusun skripsi, peneliti mengembangkan perangkat pembelajaran berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Dengan ini, peneliti meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian mengenai tingkat relevansi antara indikator dengan materi. Penilaian dilakukan dengan cara membubuhkan tanda ceklis (√) pada skala penilaian yang telah disediakan, sebagai berikut :

- 1 = Tidak relevan
- 2 = Kurang relevan
- 3 = Cukup relevan
- 4 = Relevan

Selanjutnya untuk memudahkan revisi atau kelengkapan dari Perangkat Pembelajaran Modul Ajar, dimohon kesediaan Bapak/Ibu berkenan memberikan saran-saran perbaikan pada tulisan yang disertakan.

Terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu memberikan penilaian objektif.

B. Lembar penilaian

No	Kriteria penilaian	Indikator	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
1	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	Kesesuaian materi dengan KI				V
		Kesesuaian materi dengan KD				V

Semarang, 9 Desember 2024

Validator



Dr. Listyono, M.Pd.

**LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN MODEL
PEMBELAJARAN PBL-RQA**

Kelas : X-1

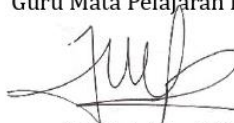
Pokok Bahasan : Bioteknologi

Pertemuan ke : 3

Tahapan	Kegiatan Guru	Keterlaksanaan	
		Ya	Tidak
Pembukaan	Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam, mengajak berdoa, dan melakukan presensi peserta didik.	√	
Apersepsi	Guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik yang berkaitan dengan bioteknologi.	√	
Penyampaian Tujuan	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	√	
Identifikasi Masalah	Peserta didik menerima masalah yang relevan dan berasal dari pengalaman atau konteks nyata, yang biasanya juga bersumber dari peserta didik sendiri	√	
Pembacaan Materi (Reading)	Peserta didik diwajibkan membaca materi terkait yang sudah ditugaskan secara mandiri.	√	
Menjawab Pertanyaan (Questioning)	Setelah membaca, peserta didik membuat pertanyaan-	√	

Tahapan	Kegiatan Guru	Keterlaksanaan	
		Ya	Tidak
	pertanyaan penting terkait materi yang telah dibaca.		
Menjawab Pertanyaan (<i>Answering</i>)	Peserta didik menjawab pertanyaan yang telah dibuat, baik secara individu maupun dalam kelompok	√	
Diskusi Kelompok dan Kolaborasi	Peserta didik bekerja secara kolaboratif dalam kelompok untuk mendiskusikan masalah dan mencari solusi berdasarkan bacaan dan pertanyaan yang telah dibuat	√	
Presentasi dan Tukar Informasi	Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi dan solusi yang ditemukan kepada kelas.	√	
Penutup (Refleksi dan Penguatan Pengetahuan)	Peserta didik melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran dan solusi yang dihasilkan.	√	

Pati, 3 Februari 2025
Guru Mata Pelajaran Biologi



Tri Puji Astuti TH., S.Pd

Lampiran 26. Perbedaan Hasil Jawaban Posttest Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
JAWABAN PERTANYAAN DIBAWAH INI DENGAN BENAK! 1. Bioknologi adalah cabang ilmu yang menggabungkan ilmu hayati (biologi) dengan teknologi untuk memproduksi produk dan proses yang bermanfaat. Bioknologi melibatkan penggunaan organisme hidup, sistem biologi, atau komponen biologis untuk memproduksi atau memodifikasi produk, menggunakan teknologi baru, atau memperbaiki suatu aspek biologis masalah dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, kesehatan, lingkungan, pangan, dan industri. Bioknologi dibagi menjadi 2, yaitu bioknologi konvensional dan modern. Menjelaskan konsep karakteristik bioknologi modern dan konvensional? Jawab: Konsep bioknologi => menggunakan organisme langsung atau konvensional Konsep konvensional => menggunakan organisme yang sudah ada 2. Siswa sedang melaksanakan praktikum tapai singkong berdasarkan langkah-langkah pembuatan tapai. Diweek 2 kelompok siswa ini mengalami permasalahan saat singkong sudah kelompok 2 telah selesai dan tidak tercampur bisa diolah. Sedangkan tapai singkong masih kelompok 1 masih dan tercampur bisa diolah. Seberapa diolah tercampur kelompok 2 tidak menurut bagian apa singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat. Analisis mengapa hal tersebut bisa berpengaruh pada pembuatan tapai singkong? Jawab: Karena pada daun pisang mengandung bakteri yang menghambat proses fermentasi pada tapai singkong 3. Anggrek memiliki bentuk bunga yang unik, bentuk dari bunga ini mampu menarik perhatian serangga penyerbuk namun tidak semua anggrek dapat melakukan penyerbukan secara alami. Banyak pula jenis-jenis anggrek yang membutuhkan campur tangan manusia dalam penyerbukannya seperti anggrek bulan, perbanyak anggrek dengan buah hanya bisa dilakukan dalam lingkungan yang aseptik melalui kultur jaringan. Menurut pendapat kalian, apa kelebihan dan kelemahan teknik kultur jaringan tumbuhan pada tanaman anggrek? Jawab: bisa menghasilkan bibit dalam jumlah banyak bibit yang dihasilkan sehat & bibit terhindar dari berbagai penyakit, bakteri, serangga, jamur, & kelelahan menggunakan biaya yang mahal / tinggi, membutuhkan keahlian khusus, dan terjadi mutasi pada sel atau jaringan (keuntungan) 4. Sepasang suami istri yang sudah belum tahun berumah tangga dan belum di karuniakan buah hati (anak), apakah sepasang suami istri tersebut dapat melaksanakan program bayi tabung? coba jelaskan bagaimana mekanisme bayi tabung tersebut! Jawab: Sei sperma dan sei telur diambil dari kedua pasangan suami dan istri kemudian di laboratorum difertilisasikan kedua sel tersebut kemudian di masukkan pada rahim	JAWABAN PERTANYAAN DIBAWAH INI DENGAN BENAK! 1. Bioknologi adalah cabang ilmu yang menggabungkan ilmu hayati (biologi) dengan teknologi untuk memproduksi produk dan proses yang bermanfaat. Bioknologi melibatkan penggunaan organisme hidup, sistem biologi, atau komponen biologis untuk memproduksi atau memodifikasi produk, menggunakan teknologi baru, atau memperbaiki suatu aspek biologis masalah dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, kesehatan, lingkungan, pangan, dan industri. Bioknologi dibagi menjadi 2, yaitu bioknologi konvensional dan modern. Menjelaskan konsep karakteristik bioknologi modern dan konvensional? Jawab: Biokologi konvensional : menggunakan mikroba yang sudah ada, menggunakan teknik industri dan bioteknologi Biokologi modern : menggunakan mikroba yang telah dimodifikasi, menggunakan teknik baru 2. Siswa sedang melaksanakan praktikum tapai singkong berdasarkan langkah-langkah pembuatan tapai. Diweek 2 kelompok siswa ini mengalami permasalahan saat singkong sudah kelompok 2 telah selesai dan tidak tercampur bisa diolah. Sedangkan tapai singkong masih kelompok 1 masih dan tercampur bisa diolah. Seberapa diolah tercampur kelompok 2 tidak menurut bagian apa singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat. Analisis mengapa hal tersebut bisa berpengaruh pada pembuatan tapai singkong? Jawab: Karena pada daun pisang mengandung bakteri yang menghambat proses fermentasi pada tapai singkong 3. Anggrek memiliki bentuk bunga yang unik, bentuk dari bunga ini mampu menarik perhatian serangga penyerbuk namun tidak semua anggrek dapat melakukan penyerbukan secara alami. Banyak pula jenis-jenis anggrek yang membutuhkan campur tangan manusia dalam penyerbukannya seperti anggrek bulan, perbanyak anggrek dengan buah hanya bisa dilakukan dalam lingkungan yang aseptik melalui kultur jaringan. Menurut pendapat kalian, apa kelebihan dan kelemahan teknik kultur jaringan tumbuhan pada tanaman anggrek? Jawab: Kelebihan : bisa lebih cepat, menghasilkan banyak bibit, bibit lebih sehat, terhindar dari berbagai penyakit, bakteri, serangga, jamur, & kelelahan 4. Sepasang suami istri yang sudah belum tahun berumah tangga dan belum di karuniakan buah hati (anak), apakah sepasang suami istri tersebut dapat melaksanakan program bayi tabung? coba jelaskan bagaimana mekanisme bayi tabung tersebut! Jawab: pengambilan spermatozoa dari laki-laki & ovum dari perempuan (jika ibu yg infertile, maka sel telur diambil dari donor sel telur)

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1. Analisis merupakan hasil produk intelektual, modern di bidang kesehatan, seperti pada penelitian tentang COVID-19, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit, sehingga akan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat. 2. Analisis merupakan hasil produk intelektual, modern di bidang kesehatan, seperti pada penelitian tentang COVID-19, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit, sehingga akan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat. 3. Analisis merupakan hasil produk intelektual, modern di bidang kesehatan, seperti pada penelitian tentang COVID-19, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit, sehingga akan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat. 4. Analisis merupakan hasil produk intelektual, modern di bidang kesehatan, seperti pada penelitian tentang COVID-19, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit, sehingga akan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat. 5. Analisis merupakan hasil produk intelektual, modern di bidang kesehatan, seperti pada penelitian tentang COVID-19, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit, sehingga akan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat.	1. Analisis merupakan hasil produk intelektual, modern di bidang kesehatan, seperti pada penelitian tentang COVID-19, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit, sehingga akan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat. 2. Analisis merupakan hasil produk intelektual, modern di bidang kesehatan, seperti pada penelitian tentang COVID-19, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit, sehingga akan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat. 3. Analisis merupakan hasil produk intelektual, modern di bidang kesehatan, seperti pada penelitian tentang COVID-19, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit, sehingga akan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat. 4. Analisis merupakan hasil produk intelektual, modern di bidang kesehatan, seperti pada penelitian tentang COVID-19, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit, sehingga akan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat. 5. Analisis merupakan hasil produk intelektual, modern di bidang kesehatan, seperti pada penelitian tentang COVID-19, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit, sehingga akan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat.

Lampiran 27. Surat Permohonan Validasi Instrumen



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fsd@walisongo.ac.id Web : <http://fsd.walisongo.ac.id>

Nomor : B.9302/Un.10.8/D/SP.01.06/12/2024
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Dr. Listyono, M.Pd.
Dosen Validator Ahli
(Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)
2. Dr. Listyono, M.Pd.
Dosen Validator Ahli Materi
(Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)
di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama : **Putri Dwi Marlani**
NIM : 1908086061
Program Studi : PENDIDIKAN BIOLOGI
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi *Reading, Questioning, and Answering* (RQA) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X pada Pembelajaran Biologi

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 12 Desember 2024
an. Dekan,
Kabag. Tata Usaha,

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

Lampiran 28. Surat Penunjukan Pembimbing Skripsi



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

Nomor : B-4376/Un.10.8/J.8/PP.00.9/07/2024 22 Juli 2024
Lamp. : -
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Yth.
Bapak/Ibu Dosen
Di UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Putri Dwi Marlani
NTM : 1908086061
Judul : Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terintegrasi
Reading Questioning and Answering terhadap Keterampilan Berpikir
Kritis Siswa SMA

dan menunjuk Bapak/Ibu:

1. Dr. Listyono, M.Pd. sebagai pembimbing metode
2. Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc. sebagai pembimbing materi

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Dr. Listyono, M.Pd.
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi
NTM: 19691016200811008



Tembusan:

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

Lampiran 29. Surat Permohonan Izin Riset



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

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.9301/Un.10.8/K/SP.01.08/12/2024 Semarang, 12 Desember 2024
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah MAN 2 Pati
Jl. Ratu Kalinyamat Gg. Melati II, Gawanen, Tayu
Wetan, Kec. Tayu, Kabupaten Pati, Jawa Tengah
59155
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Putri Dwi Marlani
NIM : 1908086061
Jurusan : PENDIDIKAN BIOLOGI
Judul : Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Reading, Questioning, and Answering (RQA) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X pada Pembelajaran Biologi
Semester : XI (Sebelas)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 06 Januari 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an. Dekan
Kabag. Tata Usaha,

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

Tembusan Yth.

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

Cp Putri Dwi Marlani : 089609391382

Lampiran 30

RUBRIK PENILAIAN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

N o.	Kriteria	Skor
1	• Membuat 3 pertanyaan berdasarkan kriteria dan relevan dengan artikel	4
	• Membuat 2 pertanyaan berdasarkan kriteria dan relevan dengan artikel	3
	• Membuat 1 pertanyaan berdasarkan kriteria dan relevan dengan artikel	2
	• Jawaban salah	1
	• Jawaban kosong	0
2	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya dengan tepat dan lengkap	4
	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya namun kurang tepat	3
	• Memberikan jawaban yang benar namun tidak menjelaskan dampaknya	2
	• Jawaban salah	1
	• Jawaban kosong	0
3	• Memberikan jawaban tepat dan lengkap	4
	• Memberikan jawaban benar namun kurang lengkap	3
	• Memberikan jawaban kurang tepat	2
	• Jawaban salah	1
	• Jawaban kosong	0
4	• Memberikan jawaban tepat dan lengkap	4
	• Memberikan jawaban benar namun tidak lengkap	3
	• Memberikan jawaban kurang tepat	2
	• Jawaban salah	1
	• Jawaban kosong	0
5	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya dengan tepat dan lengkap	4
	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya namun kurang tepat	3
	• Memberikan jawaban yang benar namun tidak menjelaskan dampaknya	2
	• Jawaban salah	1
	• Jawaban kosong	0
6	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya dengan tepat dan lengkap	4

No.	Kriteria	Skor
	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya namun kurang tepat	3
	• Memberikan jawaban yang benar namun tidak menjelaskan dampaknya	2
	• Jawaban salah	1
	• Jawaban kosong	0
7	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya dengan tepat dan lengkap	4
	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya namun kurang tepat	3
	• Memberikan jawaban yang benar namun tidak menjelaskan dampaknya	2
	• Jawaban salah	1
	• Jawaban kosong	0
8	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya dengan tepat dan lengkap	4
	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya namun kurang tepat	3
	• Memberikan jawaban yang benar namun tidak menjelaskan dampaknya	2
	• Jawaban salah	1
	• Jawaban kosong	0
9	• Memberikan tindakan yang relevan beserta penjelasannya dengan tepat	4
	• Memberikan tindakan yang relevan beserta penjelasannya namun kurang tepat	3
	• Memberikan tindakan yang relevan namun tidak memberikan penjelasan	2
	• Jawaban salah	1
	• Jawaban kosong	0
10	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya dengan tepat dan lengkap	4
	• Memberikan jawaban yang benar dan menjelaskan dampaknya namun kurang tepat	3
	• Memberikan jawaban yang benar namun tidak menjelaskan dampaknya	2
	• Jawaban salah	1
	• Jawaban kosong	0

Lampiran 31. Sumber Data, Metode Pengumpulan Data, dan Instrumen Penelitian

Tabel 3.2 Sumber Data, Metode Pengumpulan Data, dan Instrumen Penelitian

Sumber Data	● Primer: wawancara, observasi ● Sekunder: modul ajar dan kurikulum penilaian guru
Metode Pengumpulan Data	● <i>Pre-test</i> dan <i>post-test</i> yang bertujuan untuk mengukur tingkat keterampilan berpikir kritis yang dimiliki oleh siswa ● observasi bertujuan untuk melihat keterlaksanaan modul yang dibuat berdasarkan model pembelajaran PBL terintegrasi RQA.
Instrumen Penelitian	● lembar tes awal dan tes akhir ● lembar angket keterampilan berpikir kritis ● lembar keterlaksanaan pembelajaran ● perangkat pembelajaran, meliputi: modul dan LKPD.

*Lampiran 32. Dokumentasi***DOKUMENTASI**



RIWAYAT HIDUP**A. Identitas Diri**

Nama : Putri Dwi Marlioni
TTL : Pati, 17 Maret 2001
Alamat : Desa Kembang RT 03/RW 01, Kec.
Dukuhseti, Kab. Pati
HP : 089609391362
E-mail : pdwimarliani@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan**1. Pendidikan Formal**

- a. TK Tarbiyatul Athfal (lulus th. 2007)
- b. MI Manahijul Huda Ngagel (lulus th. 2013)
- c. MTs Manahijul Huda Ngagel (lulus th. 2016)
- d. MA Negeri 2 Pati (lulus th. 2019)
- e. UIN Walisongo Semarang

2. Pendidikan Non Formal

- a. Madrasah Diniyah Manahijul Huda