PENGARUH METODE *MIND MAPPING* BERBASIS *QUESTION STUDENT HAVE (QSH)* TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF SISWA KELAS X MATERI BIOTEKNOLOGI

SKRIPSI

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

Diajukan oleh:

NOVITA NURHIDAYAH

NIM: 2108086163

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

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Novita Nurhidayah**
NIM : 2108086163
Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

Pengaruh Metode *Mind Mapping* Berbasis *Question Student Have (QSH)* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi.

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

Semarang, 1 Juli 2025
Pembuat pernyataan



Novita Nurhidayah
NIM. 2108086163

PENGESAHAN

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

HALAMAN PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul	:	Pengaruh Metode *Mind Mapping* Berbasis *Question Student Have (QSH)* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi
Penulis	:	Novita Nurhidayah
NIM	:	2108086163
Program Studi	:	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 Biologi.

Semarang, 17 Juli 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

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

Penguji II,

Dr. Listyono, M. Pd
NIP. 196910162008011008

Penguji III,

Dwimei Ayudewandari P., M. Sc.
NIP. 198905222019032016

Penguji IV,

Dr. H. Ismail, M.Ag.
NIP. 197110211997031002

Pembimbing I,

Eka Vasia Anggis, M. Pd.
NIP. 198907062019032014

Pembimbing II,

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

NOTA PEMBIMBING

KEMENTERIANAGAMAREPUBLIKINDONESIA UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTASSAINSDANTEKNOLOGI
Jl.Prof.Dr.HamkaNgaliyanSemarangTelp.024-7601295Fax.7615387

Semarang, 1 Juli 2025

Hal : Nilai Bimbingan Skripsi

Yth.
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum Warrahmatullohi Wabarakatuh
Dengan hormat kami memberitahukan bahwa setelah kami selesai membimbing skripsi saudari:

Nama : **Novita Nurhidayah**
NIM : 2108086163
Jurusan : Pendidikan Biologi
Judul : **Pengaruh Metode *Mind Mapping* Berbasis Question Student Have *(QSH)* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi.**

Maka kami memberikan nilai sebagai berikut (86)
Catatan khusus pembimbing:
–

Demikian agar dapat digunakan sebagai semestinya.
Wassalamu'alaikum Warrahmatullohi Wabarakatuh

Pembimbing I,

Eka Vasia Anggis, M.Pd.
NIP.198907062019032014

NOTA PEMBIMBING

KEMENTERIANAGAMAREPUBLIKINDONESIA UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTASSAINSDANTEKNOLOGI
Jl.Prof.Dr.HamkaNgaliyanSemarangTelp.024-7601295Fax.7615387

Semarang, 1 Juli 2025

Hal : Nilai Bimbingan Skripsi

Yth.
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum Warrahmatullohi Wabarakatuh
Dengan hormat kami memberitahukan bahwa setelah kami selesai membimbing skripsi saudari:

Nama : **Novita Nurhidayah**
NIM : 2108086152
Jurusan : Pendidikan Biologi
Judul : **Pengaruh Metode *Mind Mapping* Berbasis Question Student Have *(QSH)* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi.**

Maka kami memberikan nilai sebagai berikut (82)
Catatan khusus pembimbing:
—

Demikian agar dapat digunakan sebagai semestinya.
Wassalamu'alaikum Warrahmatullohi Wabarakatuh

Pembimbing II,

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

NOTA DINAS

Semarang, 1 Juli 2025

Yth. Ketua Program Studi
Dr. Listyono, M.Pd.
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum wr.wb

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

Judul	:	**Pengaruh Metode *Mind Mapping* Berbasis Question Student Have *(QSH)* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi.**
Nama	:	**Novita Nurhidayah**
NIM	:	2108086163
Jurusan	:	Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing I,

Eka Vasia Anggis, M.Pd.
NIP. 198907062019032014

Digindai dengan CamScanner

NOTA DINAS

Semarang, 1 Juli 2025

Yth. Ketua Program Studi
Dr. Listyono, M.Pd.
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum wr.wb

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

Judul	:	**Pengaruh Metode *Mind Mapping* Berbasis Question Student Have *(QSH)* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi.**
Nama	:	Novita Nurhidayah
NIM	:	2108086163
Jurusan	:	Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing II,

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

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

Pengaruh Metode *Mind Mapping* Berbasis *Question Student Have (QSH)* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi

Novita Nurhidayah
2108086163

Generasi muda dihadapkan dengan perubahan era globalisasi tersebut, sehingga diharuskan untuk memiliki keterampilan yang mampu beradaptasi di era tersebut. Pembelajaran abad 21 diciptakan supaya siswa memiliki beberapa keterampilan, diantaranya keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif. Salah satu metode pembelajaran yang relavan untuk melatih keterampilan tersebut yaitu metode *Mind* Mapping berbasis *Question Student Have (QSH).* Tujuan penelitian ini, yaitu menganalisis pengaruh metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Jenis penelitian ini yaitu kuasi eksperimen dengan desain *nonequivalent control grup design*. Sampel penelitian ini yaitu kelas eskperimen dan kelas kontrol menggunakan teknik *purposive sampling.* Instrumen penelitian yang digunakan yaitu soal *pretest-posttest* keterampilan berpikir kritis dan kreatif, lembar observasi, lembar wawancara, dan dokumentasi. Uji hipotesis menggunakan Ancova. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) terdapat pengaruh signifikan pada penerapan metode *Mind* Mapping berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi dengan nilai signifikansi 0,002 < 0,05, artinya $H_{1\ 1}$ diterima. 2) terdapat pengaruh signifikan pada penerapan metode *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa dalam pembelajaran biologi dengan nilai signifikansi 0,000 < 0,05, artinya $H_{1\ 2}$ diterima.

Kata Kunci: Berpikir Kritis, Berpikir Kreatif, *Mind Mapping, Question Student Have (QSH)*

TRANSLITERASI ARAB LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman oleh SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara kosisten 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 Mad:
a > = a panjang
i > = **i** panjang
u > = u panjang

Bacaan Diftong
au = اَوْ
ai = اَيْ
iy = اِيْ

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi Rabbil 'Alamin, puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Yang telah melimpahkan anugrah, petunjuk, serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "**Pengaruh Metode *Mind Mapping* berbasis *Question Student Have (QSH)* *terhadap* Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi".** Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Semoga kita mendapatkan syafaatnya di *yaumul qiyamah, Aamiin*

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi tentunya tidak lepas dari bimbingan, bantuan, motivasi, do'a dan peran dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Prof. Dr. Nizar, M.Ag.
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, Prof. Dr. Musahadi, M.Ag.
3. Ketua Jurusan Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang, Dr. Listyono, M.Pd.
4. Dosen wali, Ibu Nisa Rasyida, M.Pd., yang tela memberikan arahan kepada penulis saat menempuh pendidikan S1.
5. Dosen pembimbing I dan II, Ibu Eka Vasia Anggis, M.Pd., dan Ibu Mirtaati Na'ima, M.Sc., yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi hingga selesai.
6. Seluruh dosen, staf pengajar, dan pegawai di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi yang turut memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
7. Kepala SMA Negeri 16 Semarang, Ibu Dr. Sri Wahyuni, M.Pd., guru biologi, Ibu Atsni Wahyu Lestari, S.Pd., seluruh

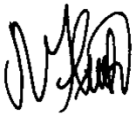
guru dan karyawan dan seluruh keluarga besar SMA Negeri 16 Semarang yang telah membantu dan bekerja sama dalam penelitian skripsi ini.

8. Teristimewa dan tersayang, kedua orang tua penulis dan kakak-kakak penulis, Bapak Kastari S.Pd., Ibu Nurhayati, S.Pd., Afrilia Lestari, S.Pd., dan Titis Hadi Ramadhan, S.Pd. yang selalu mendukung, mendo'akan dan memberikan kasih sayang tulus dalam segala bentuk apapun kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan S1 di UIN Walisongo Semarang.
9. Saudara-saudara penulis yang telah membantu penulis dalam menempuh pendidikan S1.
10. Sahabat-sahabat penulis, Deni Mardiana Matondang dan Nadia Rakhma Baeti yang selalu memberikan dukungan, kepedulian dan kasih sayang kepada penulis.
11. Teman dekat penulis, Nailu Rohmatil Ulya, Nur Rahmaniyah Wijayanti, Zahra Fatkhunnisa, Nunung Farikhah, dan Oni Lutfiyani yang berkenan membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
12. *Support system* penulis berinisial F yang selalu memberikan dukungan dan kepercayaan untuk setiap langkah penulis selama di perkuliahan S1.
13. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Biologi Angkatan 2021 khususnya PB-E 2021, yang telah menjadi teman penulis dalam berproses di perkuliahan S1.
14. Keluarga besar PLP MA Futuhiyyah 2 Mranggen (2024) yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
15. Keluarga besar KKN Reguler Posko 26 Sumber Rahayu (2024) yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
16. Seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis dalam meneyesalikan skripsi ini.
17. Kepada perempuan sederhana namun sulit dimengerti perasaannya, penulis skripsi Novita Nurhidayah. Perempuan anak terakhir yang selalu berjuang dalam

melewati berbagai rintangan hidup. Terima kasih telah memilih tetap bertahan dan melanjutkan perjalanan terkhusus dalam menyelesaikan pendidikan S1 ini, sehingga penulis bisa memperoleh gelar di belakang namanya dan bisa membanggakan kedua orang tuanya.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran supaya penulis dapat memperbaiki skripsi ini di kemudian hari. Semoga naskah skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Semarang, 1 Juli 2025



Novita Nurhidayah

NIM. 2108086163

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ..... **i**
PENGESAHAN ..... **ii**
NOTA PEMBIMBING ..... **iii**
NOTA PEMBIMBING ..... **iv**
NOTA DINAS ..... **v**
NOTA DINAS ..... **vi**
ABSTRAK ..... **vii**
TRANSLITERASI ARAB LATIN ..... **viii**
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang Masalah 1
B. Identifikasi Masalah 13
C. Batasan Masalah 14
D. Rumusan Masalah 15
E. Tujuan Penelitian 15
F. Manfaat Penelitian 16
BAB II LANDASAN PUSTAKA **18**
A. Kajian Teori 18

B. Kajian Penelitian yang Relavan 46
C. Kerangka Berpikir 52
D. Hipotesis Penelitian 53
BAB III METODE PENELITIAN 54
A. Jenis Penelitian.....54
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....56
C. Populasi dan Sampel Penelitian 56
D. Definisi Operasional Variabel.....58
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data 60
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen 63
G. Teknik Analisis Data.....67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 71
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....71
B. Hasil Uji Hipotesis 79
C. Pembahasan 87
D. Keterbatasan Penelitian.....107
BAB V KESIMPULAN 108
A. Kesimpulan 108
B. Saran.....108
DAFTAR PUSTAKA 110
LAMPIRAN..... 121

DAFTAR TABEL

Tabel **Judul** **Halaman**

Tabel 2.1 Indikator keterampilan Berpikir Kritis menurut Ennis (2011)....35
Tabel 2.2 Indikator keterampilan Berpikir Kreatif menurut Guilford (1973) 37
Tabel 2.3 Keterkaitan Metode Mind Mapping dengan Keterampilan Berpikir Kritis 38
Tabel 2.4 Keterkaitan Metode *Mind Mapping* dengan Keterampilan Berpikir Kreatif 40
Tabel 2.5 Keterkaitan QSH dengan Keterampilan Berpikir Kritis 41
Tabel 2.6 Keterkaitan QSH dengan Keterampilan Berpikir Kritis 42
Tabel 2.7 Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), Indikator Tujuan Pembelajaran (ITP), dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) pada Materi Bioteknologi 44
Tabel 3.1 Penelitian Kuasi Eksperimen tipe Nonequivanlent Control-Group Design....55
Tabel 3.2 Daftar Siswa Kelas X 56
Tabel 3.3 Indeks Reliabilitas Soal 65
Tabel 3.4 Indeks Kesukaran Soal 66
Tabel 3.5 Indeks Daya Beda Soal....67
Tabel 4.1 Uji Validitas Instrumen Berpikir Kritis 72
Tabel 4.2 Validitas Instrumen Berpikir Kreatif....73
Tabel 4.3 Indeks Kesukaran Soal Berpikir Kritis 75
Tabel 4.4 Indeks Kesukaran Soal Berpikir Kreatif....76
Tabel 4.5 Indeks Daya Beda Soal Berpikir Kritis 77
Tabel 4.6 Indeks Daya Beda Soal Berpikir Kreatif 78
Tabel 4.7 Uji Normalitas Berpikir Kritis....83

Tabel 4.8 Uji Normalitas Berpikir Kreatif 83
Tabel 4.9 Uji Homogenitas Berpikir Kritis 84
Tabel 4.10 Uji Homogenitas Berpikir Kreatif.....85
Tabel 4.11 Uji Ancova Berpikir Kritis 86
Tabel 4.12 Uji Ancova Berpikir Kreatif.....87

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Judul** **Halaman**

Gambar 2.1 Kerangka Berpikir 52
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai Berpikir Kritis 81
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai Berpikir Kreatif 82
Gambar 4.3 Grafik Hasil Berpikir Kritis Kelas Eksperimen 96
Gambar 4.4 Grafik Hasil Berpikir Kritis Kelas Kontrol 97
Gambar 4.5 Grafik Hasil Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen 105
Gambar 4.6 Grafik Hasil Berpikir Kreatif Kelas Kontrol 106

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran **Judul** **Halaman**

Lampiran 1. Surat Permohonan Pra-Riset 121
Lampiran 2. Hasil Wawancara dengan Guru Biologi 122
Lampiran 3. Hasil Observasi Pembelajaran 126
Lampiran 4. Pra Riset Keterampilan Berpikir Kritis 129
Lampiran 5. Pra Riset Keterampilan Berpikir Kreatif 133
Lampiran 6. Lembar Validasi Soal Berpikir Kritis 136
Lampiran 7. Hasil Tabulasi Soal Berpikir Kritis Uji Coba 162
Lampiran 8. Uji Validitas Instrumen Soal Berpikir Kritis Uji Coba 163
Lampiran 9. Uji Reliabilitas Instrumen Soal Berpikir Kritis Uji Coba 163
Lampiran 10. Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Soal Berpikir Kritis Uji Coba 164
Lampiran 11. Uji Daya Beda Instrumen Soal Berpikir Kritis Uji Coba 164
Lampiran 12. Kisi-Kisi Instrumen Berpikir Kritis *(Pretest-Posttest)* 165
Lampiran 13. Instrumen Berpikir Kritis *Prestest* dan *Posttest* 181
Lampiran 14. Hasil *Pretest* dan *Posstest* Soal Berpikir Kritis Kelas Eksperimen 188
Lampiran 15. Hasil *Pretes*t dan *Posstest* Soal Berpikir Kritis Kelas Kontrol 189
Lampiran 16. Lembar Jawaban Soal *Posstest* Soal Berpikir Kritis Kelas Eksperimen 190
Lampiran 17. Perbandingan Nilai *Pretest* dan *Posttest* Berpikir Kritis pada Kelas Eksperimen dan Kontrol 198
Lampiran 18. Uji Normalitas Berpikir Kritis *Pretest* dan *Posttest* 202

Lampiran 19. Uji Homogenitas Berpikir Kritis *Pretest* dan *Posttest*.....202
Lampiran 20. Uji Ancova Soal Berpikir Kritis *Pretest* dan *Posttest*.....202
Lampiran 21. Lembar Validasi Soal Berpikir Kreatif 203
Lampiran 22. Hasil Tabulasi Soal Berpikir Kreatif Uji Coba .233
Lampiran 23. Uji Validitas Soal Berpikir Kreatif Uji Coba 234
Lampiran 24. Uji Reliabilitas Soal Berpikir Kreatif Uji Coba 235
Lampiran 25. Uji Tingkat Kesukaran Soal Berpikir Kreatif Uji Coba 235
Lampiran 26. Uji Daya Beda Soal Berpikir Kreatif Uji Coba .236
Lampiran 27. Kisi-kisi Soal Berpikir Kreatif (*Pretest* dan *Posttest)* 237
Lampiran 28. Instrumen Soal Berpikir Kreatif *Pretest* dan *Posttest*.....258
Lampiran 29. Hasil *Pretest* dan *Posstest* Soal Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen 262
Lampiran 30. Hasil *Pretes*t dan *Posstest* Soal Berpikir Kreatif Kelas Kontrol.....263
Lampiran 31. Lembar Jawaban *Posstest* Soal Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen 264
Lampiran 32. Perbandingan Nilai *Pretest* dan *Posttest* Berpikir Kreatif pada Kelas Eksperimen dan Kontrol.....270
Lampiran 33. Uji Normalitas Berpikir Kreatif *Pretest* dan *Posttest*.....274
Lampiran 34. Uji Homogenitas Berpikir Kreatif *Pretest* dan *Posttest*.....274
Lampiran 35. Uji Ancova Berpikir Kreatif *Pretest* dan *Posttest* 274
Lampiran 36. Lembar Jawaban Kartu Pertanyaan Siswa *(QSH)* 275
Lampiran 37. Lembar Jawaban peta konsep atau *Mind mapping* Siswa 275

Lampiran 38. Modul Ajar Kelas Eksperimen 277
Lampiran 39. Modul Ajar Kelas Kontrol.....337
Lampiran 40. Lembar Validasi Modul Ajar 396
Lampiran 41. LKPD Kelas Eksperimen 401
Lampiran 42. LKPD Kelas Kontrol 404
Lampiran 43. Lembar Validasi LKPD.....409
Lampiran 44. Lembar Penilaian Observasi Keterlaksanaan Metode Ceramah dan Diskusi 413
Lampiran 45. Lembar Penilaian Observasi Keterlaksanaan Metode *Mind Mapping* berbasis *QSH*.....416
Lampiran 46. Nilai Ulangan Harian Mata Pelajaran Biologi Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol.....419
Lampiran 47. Dokumentasi.....420
Lampiran 48. Surat Penunjukan Dosen Pembimbing 424
Lampiran 49. Surat Penujukan Dosen Validator 425
Lampiran 50. Surat Izin Penelitian.....427
Lampiran 51. Surat Keterangan Selesai Riset.....428
Lampiran 52. Riwayat Hidup 429

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Era globalisasi di abad ke-21 telah mempengaruhi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi informasi. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi, sumber daya manusia dituntut untuk memiliki keterampilan yang relevan dengan abad ke-21. (Simanjuntak, 2024). Pemerintah menyusun suatu kurikulum yang menjadi solusi terkait tuntutan tersebut yakni kurikulum merdeka. Hal ini dapat dilihat pada Peraturan Pemerintah No. 57 Tahun 2021 tentang Standar Nasional Pendidikan. Peraturan tersebut menetapkan standar yang harus dipenuhi oleh pendidikan di Indonesia, termasuk dalam konteks perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, serta relevan dalam pembelajaran biologi. Salah satunya penerapan pembelajaran berbasis teknologi yang memungkinkan guru dan siswa menggunakan sumber daya digital untuk memperkaya pembelajaran, misalnya melalui penggunaan simulasi, aplikasi pembelajaran, dan eksperimen virtual dalam Biologi.

Capaian pembelajaran (CP) pada Mata Pelajaran Biologi kelas X yang tersusun berdasarkan kurikulum merdeka yakni siswa mampu memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan. Salah satu materi yang ditetapkan di kelas X berdasarkan CP yakni materi inovasi teknologi biologi atau disebut Bioteknologi. Untuk mencapai CP tersebut, siswa harus memiliki keterampilan abad 21.

Aswita & Dian (2022) menegaskan bahwa pendidikan memainkan peran penting dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 diantaranya keterampilan berpikir kritis *(critical thinking),* berpikir kreatif *(creative thinking),* kolaborasi *(collaboration),* pemecahan masalah *(problem solving),* dan komunikasi *(communication).* Dari kelima keterampilan abad 21 di atas, keterampilan yang perlu dikembangkan yakni keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Sebab di era digital, siswa dihadapkan dengan informasi. Tanpa keterampilan berpikir kritis, mereka mudah terpengaruh oleh hoaks, misinformasi, atau

argumen yang tidak valid. Selain itu, kehidupan nyata penuh dengan masalah kompleks, sehingga dengan memiliki keterampilan berpikir kreatif maka akan membantu siswa dalam menghasilkan beberapa alternatif solusi yang inovatif dan aplikatif.

Berpikir merupakan perintah dari Allah SWT. Dengan berpikir, siswa dapat menganalisis masalah di lingkungannya dan mengambil pelajaran dari fenomena alam, seperti yang ditekankan dalam Al Qur'an Surat Shaad ayat 29 :

كِتَٰبٌ أَنزَلْنَٰهُ إِلَيْكَ مُبَٰرَكٌ لِّيَدَّبَّرُوٓاْ ءَايَٰتِهِۦ وَلِيَتَذَكَّرَ أُوْلُواْ ٱلْأَلْبَٰبِ

Artinya: “ini adalah sebuah kitab yang kami turunkan kepadamu penuh dengan berkah supaya mereka memperhatikan ayat-ayat-Nya dan supaya mendapat pelajaran orang-orang yang mempunyai pikiran”. (QS. Shaad:29).

Tafsir menurut Kementerian Agama RI mengenai ayat di atas yaitu: Wahai Nabi Muhammad, sesungguhnya telah Kami turunkan Al-Qur'an kepadamu yang penuh dengan keberkahan. Al-Qur'an diturunkan agar manusia merenungkan ayat-ayat-Nya dan orang-orang yang memiliki akal sehat mampu mengambil pelajaran serta menerapkan ajaran-ajarannya dalam kehidupan mereka.

Menurut Ennis (2011), berpikir kritis didefinisikan sebagai proses evaluasi yang cermat dan rasional terhadap klaim, argumen, atau informasi yang ada dengan tujuan

untuk menentukan apakah hal tersebut valid, logis, dan dapat diterima. Ennis menjelaskan bahwa berpikir kritis tidak hanya mengandalkan keterampilan analitis, tetapi juga menggabungkan penalaran reflektif, kemampuan untuk memecahkan masalah, dan evaluasi berdasarkan bukti.

Penerapan keterampilan berpikir kritis sangat penting untuk membangun fondasi yang kuat dalam berpikir, karena ini dianggap sebagai kemampuan kognitif tingkat tinggi. Untuk mendukung pemecahan masalah yang efektif, individu harus dilatih untuk berpikir sistematis, analitis, logis, kritis, dan kreatif. Menurut Ennis (2011), indikator berpikir kritis meliputi: 1) memberikan penjelasan sederhana, 2) membangun keterampilan dasar, 3) memberikan kesimpulan, 4) memberikan penjelasan lebih lanjut, dan 5) mengatur strategi dan taktik.

Fakta dilapangan menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih rendah. Hal ini didukung oleh penelitian Ariyanto et al, (2020) yang menyatakan bahwa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis memerlukan proses menantang, sebab membutuhkan pembiasaan yang konsisten terhadap faktor-faktor utama yang mempengaruhinya. Kemampuan berpikir kritis perlu dikembangkan karena beberapa alasan, seperti kebiasaan

siswa mencari infromasi secara mandiri, bekal menghadapi masalah, membuka sudut pandang siswa saat menghadapi masalah, dan dapat bersaing, serta bekerjasama menyelesaikan masalah. Hal ini selaras dengan penelitian Safitri et al, (2018) yakni siswa cenderung malas untuk mengembangkan dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis, dimana ketika pembelajaran siswa lebih memilih mendengarkan saja alih-alih memahami materi yang dijelaskan oleh guru.

Keterampilan yang juga terdapat pada pembelajaran abad 21 yakni berpikir kreatif. Berpikir kreatif penting bagi siswa supaya mereka dapat mengembangkan pengetahuan yang dimilikinya. Kurikulum Merdeka dirancang sebagai penyempurnaan dari Kurikulum 2013 yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa di era pasca pandemi. Untuk mendukung tumbuhnya kreativitas siswa, guru harus menerapkan metode pembelajaran yang mendorong pola pikir kreatif. Menumbuhkan kreativitas merupakan jawaban utama atas tuntutan pembelajaran abad 21 yang menekankan pada kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kreativitas tidak terbatas menghasilkan ide yang sepenuhnya orisinal, tetapi juga melibatkan siswa dalam mengekspreskan pespektif unik, memodifikassi informasi yang ada, dan menggabungkan ide-ide untuk menciptakan

sesuatu yang baru dan bermakna. Hal tersebut termasuk dalam kreativitas siswa. Melalui keterampilan ini, siswa diharapkan dapat memahami konsep-konsep abstrak dan menyesuaikan pemeahaman mereka sesuai dengan tingkat abstraksi yang terlibat dalam materi yang sedang dipelajari (Simanjuntak et al, 2024).

Menurut Guilford (1973), berpikir kreatif berarti kemampuan untuk memperoleh beberapa ide baru yang orisinal dan berguna, yang memungkinkan individu dalam menyelesaikan masalah atau menghadapi situasi dengan cara yang inovatif. Guilford menekankan bahwa kreativitas melibatkan kemampuan untuk berpikir secara fleksibel, memperoleh banyak ide yang berbeda, dan memperkenalkan solusi yang belum pernah dipertimbangkan sebelumnya.

Kemampuan berpikir kreatif dikembangkan melalui beberapa indikator menurut Guilford (1973), antara lain: kelancaran *(fluency),* keluwesan *(flexibility),* keaslian *(originality),* dan Elaborasi *(elaboration)* yang dapat diintegrasikan dalam proses pembelajaran untuk membantu siswa meningkatkan kemampan berpikir kreatifnya.

Berdasarkan hasil pra riset yang dilaksanakan di SMA N 16 Semarang khususnya di kelas XI diperoleh bahwa

tingkat berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa tergolong rendah. Hal ini dibuktikan dengan nilai tes mengenai materi Bioteknologi yang diujikan saat pra riset yang tertera pada Lampiran 4 dan 5 yang dilaksanakan oleh peneliti di kelas XI SMAN 16 Semarang pada tanggal 8 Januari 2025 menyatakan bahwa tingkat berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa masih tergolong rendah. Nilai tes soal berpikir kritis siswa diperoleh nilai rata-rata 51,55% dengan beberapa indikator antara lain: kemampuan siswa dalam memberikan penjelasan sederhana sebesar 52,6%, membangun keterampilan dasar sebesar 51,5%, memberikan kesimpulan sebesar 44,3%, memberikan penjelasan lebih lanjut sebesar 49,5%, dan mengatur strategi dan taktik sebesar 59,8%. Sedangkan Pada nilai tes soal berpikir kreatif siswa diperoleh nilai rata-rata 49,9% dengan beberapa indikator antara lain: kelancaran *(Fluency)* sebesar 50,5%, keluwesan *(Flexibility)* sebesar 57,7%, Keaslian *(Originality)* sebesar 54,6%, dan elaborasi atau penguraian *(Elaboration)* sebesar 48,5%.

Menurut guru Biologi di SMAN 16 Semarang bahwa tingkat berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa tergolong rendah dibuktikan juga dengan nilai hasil belajar siswa tahun sebelumnya pada materi yang sama yaitu masih di bawah Kriteria Ketuntasan Minumun (KKM). Nilai KKM

yang ditetapkan di sekolah tersebut yakni 70, sementara siswa masih banyak yang mendapatkan nilai hasil belajar di bawah 70. Menurut guru Biologi rendahnya nilai siswa disebabkan karena siswa banyak yang kurang memperhatikan saat proses pembelajaran, sehingga menghambat anak untuk mampu berpikir kritis dan berpikir kreatif. Selain itu, guru biologi mengatakan bahwa rendahnya tingkat berpikir kritis siswa disebabkan karena kurang membaca dan memahami materi. Hal ini terjadi karena dalam mata Pelajaran biologi khususnya materi Bioteknologi berisi konsep yang harus dipahami. Hal ini selaras dengan penelitian Kusumaningtias et al, (2013), yang menyatakan bahwa guru dapat meningkatkan efektivitas dalam pembelajaran biologi dengan memilihkan metode yang tepat. Menurut Batubara et al, (2016), metode yang tepat disesuaikan dengan karakterisitik, kondisi, dan materi yang diajarkan. Terkhusus dalam materi Bioteknologi, siswa seringkali kurang memiliki pengalaman langsung, sehingga materi terasa abstrak dan sulit dipahami. Namun, mereka tetap diharapkan untuk memahami konsep Bioteknologi dan menerapkannya untuk mengatasi masalah di kehidupan nyata yang dihadapi nya

Sesuai dasar permasalahan yang dijabarkan di atas, perlu adanya inovasi pembelajaran sebagai salah satu alternatif, yaitu dengan pemetaan pikiran atau metode pembelajaran *mind mapping*. Metode ini dapat membantu mengatasi kesulitan belajar siswa, dimana mereka tidak perlu fokus menyalin seluruh tulisan di papan tulis, tetapi siswa hanya perlu mengetahui inti dari permasalahan lalu menyusunnya menjadi bentuk peta pikiran sesuai dengan kreativitasnya.

Mind mapping yaitu alternatif pemikiran otak yang mengacu pada pemikiran linear dan mirip dengan pencatatan tradisional. Namun, berbeda dengan catatan biasa yang hanya melibatkan otak kiri, *mind mapping* mengintegrasikan fungsi otak kiri dan kanan sehingga mendorong keseimbangan yang meningkatkan efektivitas pembelajaran (Aprinawati, 2018).

Mind mapping yaitu cara kreatif yang memungkinkan siswa menghasilkan ide, membuat catatan, atau mengatur rencana penelitian baru. Ketika siswa diarahkan untuk menyusun peta pikiran, mereka akan lebih mampu mengidentifikasi dan memahami materi, baik yang telah dipealajri maupun yang akan dipelajari (Annisah, 2014).

Tony Buzan memperkenalkan konsep peta pikiran pada tahun 1970-an, yang ia sebut sebagai *Radiant*

Thinking. *Mind mapping* melibatkan pendekatan visual untuk mencatat dengan menggabungkan kata-kata, warna, garis, dan gambar untuk meningkatkan potensi kognitif otak. Dengan demikian, *mind mapping* dapat membantu siswa mengatur dan menyimpan informasi lebih efektif yang dapat memudahkan otak untuk menangkap materi (Buzan, 2007).

Penelitian terdahulu yang relavan dengan penelitian yang dilakukan peneliti yakni penelitian Sunarti & Ristiani (2018) menunjukkan bahwa model pembelajaran *problem solving* berbasis *mind mapping* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa lebih efektif daripada metode ceramah. Penelitian kedua yang dilakukan oleh Syahputri & Murdiono (2022) mengungkapkan bahwa penggunaan media *mind map* berbasis digital memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa. Penelitian ketiga oleh Sulistianah, (2021) menunjukkan penerapan metode *mind mapping* meningkatkan aktivitas guru pada pembelajaran IPA dan meningkatkan hasil belajar siswa pada mata Pelajaran tersebut.

Hasil wawancara dengan guru Biologi SMAN 16 Semarang juga diperoleh bahwa banyak siswa tidak percaya diri untuk menjawab dan mengajukan pertanyaan

saat pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa banyak siswa cenderung bersikap pasif selama proses pembelajaran. Akibatnya, guru didorong untuk menerapkan metode pengajaran yang mendorong keterlibatan siswa yang lebih besar. Terciptanya lingkungan yang positif dan menarik yang mendorong partisipasi siswa aktif dapat meningkatkan hasil pembelajaran dan merangsang pengembangan keterampilan berpikir kritis. Wulandari & Anggis (2020) mengemukakan bahwa pendidik perlu memperhatikan aktivitas siswa saat kegiatan pembelajaran supaya memperoleh hasil yang optimal. Oleh sebab itu, pendidik seharusnya mencari solusi supaya siswa lebih responsif selama proses pembelajaran.

Keterampilan berpikir kritis tidak berkembang dengan sendirinya, akan tetapi membutuhkan upaya yang terstruktur. Salah satu cara efektif untuk mendorong hal ini adalah dengan menerapkan strategi pembelajaran yang beragam dan menarik di kelas. Dengan menerapkan pembelajaran *Question Student Have (QSH)* yakni strategi pembelajaran yang mendorong siswa supaya aktif untuk menyatakan pendapat dan mampu menguasai materi melalui bentuk pertanyaan tertulis (Parilian, 2021).

Pembelajaran *QSH* mengacu pada pertanyaan-pertanyaan yang dirumuskan oleh siswa, biasanya tentang materi yang belum dipahami. *QSH* menekankan partisipasi aktif siswa dengan mendorong mereka untuk membuat pertanyaan sendiri, sehingga dapat meningkatkan keterampilan bertanya. Hal ini sejalan dengan penelitian Ernawati et al, (2021), yang menyatakan bahwa penggunaan metode pembelajaran *QSH* mendorong partisipasi aktif siswa melalui kegiatan bertanya, menjawab, dan menanggapi. Sehingga membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya.

Penelitian terdahulu yang relevan tentang pengaruh metode pembelajaran *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa mencakup penelitian oleh Ernawati et al, (2021) menunjukkan bahwa metode *QSH* mendorong keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran dengan mendorong mereka untuk bertanya, menjwab, dan menanggapi pertanyaan, hal ini termasuk proses interaktif yang mendukung pertumbuhan keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian kedua oleh Mardiana (2020) menunjukkan pengaruh besar pada keterampilan berpikir kreatif siswa melalui penerapan *Question Student Have (QSH)* dan *Getting Question and Getting Answer* (GQGA)

dengan *effect size* sebesar 51,6 % diperoleh nilai ES 0,9 termasuk kategori besar.

Kebaharuan *(novelty)* dalam penelitian ini terletak pada penggunaan metode *Mind Mapping* berbasis *QSH* dalam pembelajaran Biologi. Selain itu, penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya dalam hal materi dan lokasi penelitian.

Berdasarkan fokus permasalahan yang dijelaskan di atas, maka dilakukan suatu penelitian dalam upaya melakukan perbaikan terhadap pembelajaran biologi dengan judul "PENGARUH METODE *MIND MAPPING* BERBASIS *QUESTION STUDENT HAVE (QSH)* TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF SISWA KELAS X MATERI BIOTEKNOLOGI**".**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Keterampilan berpikir kritis siswa masih rendah dalam menjelaskan secara sederhana, menarik kesimpulan, dan megatur strategi dan taktik dalam pembelajaran biologi.
2. Keterampilan berpikir kreatif siswa masih rendah dalam mengerjakan tugas yang diberikan oleh guru

sebab metode pembelajaran yang diterapkan saat pembelajaran biologi kurang efisien bagi siswa.

3. Penggabungan strategi *QSH* belum diterapkan saat pembelajaran biologi.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dijelaskan di atas, penelitian dibatasi pada ruang lingkup berikut:

1. Penelitian berfokus pada pengaruh metode *mind mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa.
2. Materi pembelajaran yang digunakan yaitu Bioteknologi.
3. Penelitian ini akan dilakukan dalam rentang waktu tertentu (3 pertemuan) yang disesuaikan dengan kegiatan pembelajaran di sekolah yang dijadikan sebagai lokasi penelitian.
4. Hasil penelitian akan diukur berdasarkan perbandingan keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa antara kelompok yang menggunakan metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* dan kelompok yang tidak menggunakan metode tersebut.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan di atas, penelitian ini merumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa kelas X pada materi Bioteknologi di SMA Negeri 16 Semarang?
2. Bagaimana pengaruh metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X pada materi Bioteknologi di SMA Negeri 16 Semarang?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa kelas X pada materi Bioteknologi di SMA Negeri 16 Semarang.
2. Menganalisis pengaruh metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X pada materi Bioteknologi di SMA Negeri 16 Semarang.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan, maka penelitian ini diharapkan memberikan manfaat langsung dan tidak langsung. Manfat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
   a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi teoritis tentang pengaruh metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa kelas X pada materi Bioteknologi.
   b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi peneliti masa mendatang yang berminat meneliti tentang pengaruh metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa kelas X pada materi Bioteknologi.
2. Manfaat Praktis
   a. Untuk Sekolah

      Dapat memberikan referensi bagi beberapa lembaga pendidikan atau sekolah terkait metode pembelajaran yang dapat digunakan untuk

menjalankan proses di kelas pada materi Bioteknologi.

b. Untuk Guru

Penelitian ini mengenai metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* diharapkan dapat menjadi literatur bagi guru khususnya guru mata pelajaran Biologi dalam menggunakan metode-metode pembelajaran yang bervariasi dalam menyampaiakan materi Bioteknologi kepada siswa.

c. Untuk Siswa

Mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa serta memfasilitasi pemahaman mereka tentang materi Bioteknologi, dengan tujuan akhir untuk meningkatkan hasil belajar mereka di kelas.

BAB II
LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Perbedaan Model, Strategi, Metode, Pendekatan, Teknik, dan Taktik

Model pembelajaran merupakan suatu rencana mengajar yang mengacu pada kerangka kerja pengajaran yang mencerminkan "pola pembelajaran" tertentu. Pola ini mencakup tindakan yang dapat diamati yang melibatkan guru, siswa, dan materi pembelajaran, semuanya disusun untuk memfasilitasi pembelajaran siswa melalui urutan kegiatan pembelajaran yang sistematis (sintaks). Demikian pula, Winataputra menggambarkan model pembelajaran mengacu pada kerangka konseptual yang menguraikan langkah-langkah sistematis untuk mengatur pengalaman belajar untuk mencapai tujuan pendidikan yang berfungsis sebagai rujukan bagi guru dan perancang pembelajaran ketika merencanakan dan melaksanakan pembelajaran (Suyanto & Djihad, 2012).

Strategi pembelajaran menurut J.R. David dalam dunia pendidikan, didefinisikan sebagai *"a plan, method, or series of activities designed to achieves a particular aducational goal".* Dengan kata lain, strategi

pembelajaran mengacu pada rangkaian kegiatan yang terencana yang disusun untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu. Dari definisi ini, terdapat dua hal penting. Pertama, strategi pembelajaran melibatkan serangkaian tindakan yang terencana, termasuk pemilihan metode dan penggunaan berbagai sumber daya pembelajaran secara efektif. Hal ini mengimplementasikan bahwa pengembangan strategi berfokus pada pembuatan rencana yang terperinci, bukan pada pelaksanaannya. Kedua, strategi berorientasi pada tujuan, artinya setiap keputusan dalam pengembangan strategi ditujukan untuk mencapai hasil pendidikan yang telah ditetapkan (Siregar, 2021).

Metode secara harfiah artinya cara. Istilah metode pada dasarnya mengacu pada cara melakukan sesuatu. Hal ini dapat diartikan sebagai prosedur yang digunakan untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam konteks pendidikan, metode pembelajaran mengacu pada cara-cara yang digunakan guru dalam menyampaikan materi pembelajaran kepada siswa.

Metode menurut J.R. David dalam *Teaching Strategies For College Class Room* adalah *a way achieving something* yang berarti suatu cara yang

bertujuan mencapai sesuatu. Untuk melaksanakan strategi secara efektif, perlu diterapkan metode tertentu. Dalam konteks ini, metode pembelajaran dianggap sebagai komponen penting dalam strategi pembelajaran. Elemen pendukung tambahan terdiri dari sumber belajar, kompetensi guru dan siswa, media dan materi pembelajaran, alokasi waktu, manajemen kelas, dan lingkungan belajar. Dalam bahasa arab, istilah metode berarti *thariqah* yang memiliki makna "cara" (Majid, 2012).

Pendekatan *(aproach)* seringkali dianggap mirip dengan strategi, namun berbeda dengan strategi dan metode. Pendekatan mengacu pada perspektif mengenai proses pembelajaran. Istilah pendekatan mewakili cara yang luas dan umum mengenai suatu pembelajaran. Oleh karena itu, strategi dan metode yang diterapkan dalam pembelajaran seringkali dipengaruhi oleh pendekatan tertentu. Roy Killen membedakan dua pendekatan utama dalam pembelajaran, yaitu pendekatan yang berpusat pada guru dan pendekatan yang berpusat pada siswa (May, 2012).

Teknik pembelajaran didefinisikan sebagai cara-cara khusus yang diterapkan oleh guru dalam

menggunakan metode tertentu. Misalnya ketika menggunakan metode ceramah di kelas besar, diperlukan teknik tertentu yang berbeda dengan yang digunakan di kelas kecil. Demikian juga menerapkan metode diskusi membutuhkan teknik yang berbeda tergantung pada kondisi siswa secara umum aktif atau pasif. Dalam situasi seperti ini, guru dapat menyesuaikan teknik yang digunakan walaupun menggunakan metode yang sama secara keseluruhan. Dengan demikian, teknik dan gaya pembelajaran dapat dijabarkan melalui metode pembelajaran (Siregar, 2021).

Taktik pembelajaran yaitu gaya guru yang menerapkan metode atau teknik pembelajaran tertentu. Misalnya, dua orang mungkin sama-sama menerapkan metode ceramah, namun taktik mereka berbeda. Yang satu mungkin memasukkan humor ke dalam penyampaiannya karena ia memiliki *sense of humor* yang tinggi. Sedangkan, yang lain mungkin kurang humoris, lebih mengandalkan perangkat elektornik karena ia memiliki keahlian di bidang tertentu. Gaya belajar unik seorang guru mencerminkan sifat-sifat mereka yang berbeda, yang

dibentuk oleh keterampilan, pengalaman, dan kepribadiannya (Majid, 2012).

Seorang guru yang memadukan pendekatan, strategi, metode, teknik, dan taktik pembelajaran menjadi satu kesatuan yang terapadu dan terstruktur secara efektif menciptakan suatu model pembelajaran. Pada hakikatnya, model pembelajaran yaitu bentuk pembelajaran yang lengkap dan diilustrasikan dari awal hingga akhir, serta disampaikan dengan cara yang unik oleh guru. Artinya, model pembelajaran berfungsi sebagai wadah yang mencakup penggunaan berbagai strategi, metode, pendekatan, teknik serta taktik pembelajaran (Majid, 2012).

Dalam penelitian ini, *mindmapping* termasuk dalam kategori metode pembelajaran, sedangkan *QSH* termasuk kategori strategi. Namun, keduanya merupakan cara spesifik yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk membantu siswa dalam memahami dan mengorganisasi informasi, serta merangsang keterlibatan aktif siswa.

Keduanya fokus pada cara-cara tertentu untuk memfasilitasi pembelajaran, bukan pada keseluruhan struktur atau kerangka pembelajaran yang lebih luas,

yang merupakan karakterisitik dari model pembelajaran, seperti model berbasis masalah atau pembelajaran kooperatif (Buzan, 2020; & Yilmaz, 2020).

2. Metode Pembelajaran *Mind Mapping*

Tony Buzan merupakan seorang dokter di Inggris, ia dikenal pencetus utama *Mind Mapping*. Pada tahun 1970-an, ia menjadi inovator dari *Mind Mapping* di bidang pendidikan, seperti sekolah. *Mind Mapping* melibatkan proses mengornganisaisikan pikiran dengan menghubungkan isu-isu tertentu di berbagai cabang dan hubungan struktural. Metode ini mendorong pemahaman melalui penggunaan garis, gambar, dan warna di atas kertas, mendorong kreativitas, sertamencerminkan ide-ide kreatif. Hasilnya berupa produk akhir yang representatif visual dari pikiran kreator (Buzan, 2005).

Mind mapping adalah sebuah teknik berpikir visual yang merepresentasikan informasi dalam bentuk cabang-cabang yang bercabang dari satu ide sentral. Cara ini bekerja sejalan dengan cara kerja alami otak manusia, yaitu berpikir secara asosiatif dan menyeluruh (radiant thinking). Dalam mind mapping, informasi disusun dengan menggunakan gambar,

warna, kata kunci, simbol, dan garis penghubung, yang bersama-sama menstimulasi kedua belahan otak – kiri (logika, kata) dan kanan (imajinasi, gambar, warna) (Buzan, 2008)

2.1 Karakteristik metode pembelajaran *mind mapping*

Karakteristik yang harus dimiliki dalam *mind mapping* menurut Buzan (2018) antara lain:

a. Topik pembahasan utama dibuatkan gambar atau kata berada di pusat pemetaan.
b. Cabang tebal yang berasal dari pusat gambar topik utama pembahasan.
c. Sebuah kata kunci atau gambar diletakkan di cabang pemetaan

2.2 Kelebihan dan kekurangan metode pembelajaran *mind mapping*

Menurut Rahayu (2021) metode *mind mapping* memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain:

a. Kelebihan
    1) Membantu dalam menyalurkan informasi ke otak siswa dengan cara yang mudah.
    2) Memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan pendapat secara bebas.
    3) Mendorong siswa untuk membuat catatan yang lebih fokus pada inti materi. Dengan mind

mapping disajikan dalam satu lembar kertas, proses pengulangan materi menjadi lebih mudah.

4) Meningkatkan kreativitas individu maupun kelompok dalam pembelajaran.
5) Memudahkan siswa untuk mengingat.
6) Proses pembuatan mind mapping yang melibatkan penggunaan warna, gambar, dan garis membuatnya menjadi aktivitas yang menyenangkan bagi siswa.
7) *Mind mapping* mengaktifkan seluruh bagian otak siswa, mungkin mereka untuk terlibat secara menyeluruh dalam proses pembelajaran.

b. Kekurangan

1) Memerlukan alat tulis yang beragam.
2) Bagi siswa yang tidak/belum biasa dengan menulis dan menggambar mungkin akan merasa ragu, seringkali menjadi hambatan, terutama bagi pemula.
3) Proses memeriksa *mind mapping* dapat membutuhkan waktu relatif lama.
4) Variasi dalam pembuatan *mind mapping* oleh siswa dapat menyulitkan guru dalam

memeriksa semua hasil yang telah dibuat oleh siswa.

2.3 Langkah-langkah metode pembelajaran *Mind Mapping*

Berikut ini langkah-langkah dalam metode pembelajaran *mind mapping* menurut Budiyanto (2016) antara lain:

1) Guru menyampaikan tujuan yang akan dicapai
2) Guru menyajikan materi pembelajaran
3) Guru meminta siswa membentuk kelompok beranggotakan 2 orang untuk mengetahui daya serap siswa.
4) Guru meminta salah satu siswa dari pasangan itu untuk menjelaskan materi yang telah dipelajari dan pasangannya mendengarkan sambil menyusun catatan-catatan kecil berupa peta konsep, kemudian berganti peran. Begitu juga kelompok lainnya.
5) Guru meminta siswa secara bergiliran/acak untuk menyampaikan hasil wawancaranya dengan teman pasangannya. Sampai sebagian siswa sudah menyampaikan hasil wawancaranya
6) Guru menyampaikan kembali materi yang belum dipahami oleh siswa

7) Guru menyampaikan kesimpulan materi yang telah dipelajari.

3. Strategi Pembelajaran *QSH*

Pembelajaran *QSH* yaitu suatu strategi pembelajaran *active learning* yang dipelopori oleh Silberman. Penerapan bentuk pembelajaran ini menerapkan sebuah teknik yang bertujuan memperoleh partisipasi siswa dalam bentuk tulisan. Artinya, dalam pembelajaran ini guru dapat mengetahui harapan siswa setelah guru menyampaikan materi dan guru dapat mengetahui keberhasilan dalam menyampaikan materi (Sutanto, 2017).

Menurut Silberman (2013), mengemukakan bentuk pembelajaran *QSH* ini dirancang untuk mengeksplorasi harapan siswa yang bertujuan mongoptimalkan potensi mereka. Pembelajaran *QSH* mendorong partisipasi siswa melalui tulisan, bukan komunikasi verbal. Pembelajaran ini dapat membantu guru mengetahui harapan dan keinginan siswa.

Dengan demikian, *QSH* cocok bagi siswa yang mungkin ragu-ragu atau kurang percaya diri dalam mengungkapkan pertanyaan, aspirasi, dan harapannya secara lisan. *QSH* digunakan sebagai pendekatan pembelajaran kolaboratif yang diterapkan guru dalam

untuk beralih dari pengajaran berpusat pada guru dan mendorong keterlibatan siswa.

3.1 Karakteristik pembelajaran *QSH*

Karakteristik yang harus dimiliki dalam *QSH* menurut Zhang et al (2022), antara lain:

a. Berpusat pada siswa
b. Keterlibatan aktif
c. Pengembangan keterlibatan keterampilan kritis
d. Pembelajaran berbasis masalah
e. Interaksi sosial
f. Fleksibilitas
g. Refleksi dan penilaian diri

3.2 Kelebihan dan kekurangan pembelajaran *QSH*

Metode *QSH* memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

a. Kelebihan
    1) Dapat memusatkan siswa sekalipun dalam keadaan kelas ramai, yang mengantuk menjadi hilang kantuknya.
    2) Dapat mendorong siswa untuk meningkatkan daya pikir, termasuk daya ingat terhadap pelajaran.

3) Mampu meningkatkan keberanian siswa dalam menjawab dan menyatakan pendapatnya (Zusnani & Murti, 2020)

b. Kekurangan

1) Tidak seluruh siswa mudah menyusun pertanyaan sebab kemampuan setiap siswa tidak sama.
2) Waktu yang diperlukan sering tidak cukup sebab harus memberi kesempatan seluruh siswa untuk menyusun pertanyaan dan menjawabnya.
3) Waktu banyak terbuang, terutama apabila sisiwa tidak dapat menjawab pertanyaan sampai dua atau tiga orang.
4) Siswa merasa takut karena sewaktu menyampaikan pertanyaan, terkadang ia merasa pertanyaannya salah atau sulit dalam mengungkapkannya (Djamarah & Zain, 2010).

3.3 Langkah-langkah strategi pembelajaran *QSH*

Berikut ini beberapa langkah dalam pembelajaran *QSH* menurut Silberman (2020) antara lain:

1) Guru membagikan kartu kosong kepada siswa.

2) Guru meminta setiap siswa untuk menuliskan suatu pertanyaan terkait materi pelajaran (tidak perlu menuliskan nama).
3) Guru meminta siswa untuk memutar kartu tersebut searah jarum jam. Saat setiap kartu diedarkan kepada siswa selanjutnya, maka ia harus membacakan dan memberikan tanda cek pada kartu tersebut jika kartu berisi pertanyaan mengenai pembaca.
4) Ketika kartu kembali kepada pemiliknya, setiap siswa akan memeriksa seluruh pertanyaan pada kartu. Poin ini mengidetifikasi pertanyaan yang memperoleh suara terbanyak. Kemudian masing-masing pertanyan tersebut dijawab dengan ketentuan:
    a. Jawaban langsung atau berikan jawaban yang berarti
    b. Menunda pertanyaan sampai waktu yang tepat
    c. Pertanyaan tersebut tidak menunjukkan suatu pertanyaan
5) Panggil beberapa peserta berbagi pertanyaan secara sukarela, walupun mereka tidak memperoleh suara terbanyak

6) Kumpulkan seluruh kartu. Kartu tersebut mungkin berisi beberapa pertanyaan yang akan dijawab pada pertemuan berikunya.

4. Langkah-langkah Metode *Mind Mapping* berbasis *QSH*

Berikut ini beberapa langkah pada metode *Mind Mapping* berbasis *QSH* antara lain:

1) Orientasi dan Pemberian Stimulus: guru menjelaskan materi sesuai tujuan pembelajaran kemudian guru menarik dan memancing rasa ingin tahu siswa dengan memberikan stimulus berupa kasus mengenai materi yang dibahas lalu guru memberikan pertanyaan kepada siswa mengenai kasus tersebut.
2) Penggalian Pertanyaan *(QSH)*: guru meminta siswa secara individu untuk menuliskan pertanyaan-pertanyaan yag dimiliki terkait topik pada potongan kertas/kartu yang disediakan, kartu tersebut tanpa diberi identitas.
3) Penyusunan *Mind Mapping* dan eksplorasi: siswa ditugaskan membuat *mind mapping* atau peta konsep bersama kelompoknya (yang telah dibentuk sebelumnya) yang memuat pertanyaan pada potongan-potongan kartu. Peta konsep

memuat warna, simbol, atau gambar untuk memperjelas hubungan antargagasan

4) Presentasi dan Diskusi: siswa diminta untuk memaparkan hasil *mind map*, lalu siswa lainnya memberikan umpan balik berupa saran dan masukkan
5) Refleksi dan Evaluasi: guru melakukan refleksi dari kegiatan pembelajaran mengenai apa saja yang telah dipelajari, pertanyaan siswa yang tersisa, serta keterkaitan topik dengan kehidupan nyata.

5. Keterampilan Berpikir Kritis

Ennis (2011), mendefinisikan berpikir kritis sebagai proses yang bertujuan menyusun beberapa keputusan yang masuk akal tentang sesuatu yang diyakini dan dilakukan. Dalam konteks ini, berpikir kritis melibatkan kapasitas untuk menerapkan penalaran logis untuk memperoleh pengetahuan sejalan dengan kebenaran.

Berpikir melibatkan pembentukan hubungan antara berbagai elemen pengetahuan yang telah diperoleh seseorang. hal ini merupakan proses mengidentifikasi hubungan yang bermakna antara berbagai aspek pengetahuan tersebut (Sagala, 2017). Sedangkan, istilah kritis merujuk pada pemikiran yang mendalam dan reflektif yang bertujuan untuk

menghasilkan wawasan atau pengetahuan baru, yang berfungsi sebagai landasan bagi pengembangan intelektual.

Pemikiran kritis melibatkan pemahaman menyeluruh terhadap suatu masalah, menjaga pikiran terbuka terhadap berbagai perspektif, tidak menerima informasi begitu saja, baik lisan maupun tulisan. Berpikir kritis memerlukan pemikiran reflektif (beralasan) dan evaluatif (kritis) untuk menggali informasi secara seksama (Desmita, 2016).

Berpikir kritis melibatkan penilaian keyakinan atau pengetahuan secara aktif dan cermat untuk menentukan apakah keyakinan atau pengetahuan tersebut dapat diterima. Pemikiran ini mengikuti urutan yang logis, berdasarkan informasi faktual, dan termasuk pemikiran yang terfokus dan berorientasi pada tujuan (Sihotang, 2019). Pemikiran kritis adalah kemampuan untuk berpikir secara logis dan reflektif terutama ketika menganalisis suatu situasi untuk membuat penilaian atau keputusan yang tepat (Desmita, 2017).

Dengan demikian, berpikir kritis yaitu kemampuan untuk mengevaluasi atau mempertimbangkan suatu konsep atau ide setelah

memahami dengan baik konsep atau ide tersebut. Proses berpikir kritis ini menggabungkan kemampuan siswa untuk membandingkan informasi yang diterima dari sumber eksternal dengan pengetahuan yang telah dimiliki (Taha, 2022).

5.1 Karaktersitik Berpikir Kritis

Beberapa karakteristik dalam berpikir kritis antara lain:

1) Keahliam untuk membuat kesimpulan dari pengalaman.
2) Keahlian untuk membedakan pendapat.
3) Keahlian untuk berpikir secara deduktif.
4) Keahlian untuk menciptakan interpretasi logis.
5) Keahlian untuk mengevaluasi pendapat yang kuat dan lemah (Agustina & Abidin, 2022).

5.2 Indikator Berpikir Kritis

Menurut Ennis (2011), indikator berpikir kritis dikelompokkan menjadi 5 indikator, meliputi: (1)memberikan penjelasan sederhana, (2)membangun keterampilan dasar, (3)penarikan kesimpulan, (4)memberikan penjelasan lebih lanjut, (5)mengatur strategi dan taktik.

Tabel 2.1 Indikator keterampilan Berpikir Kritis menurut Ennis (2011)

No.	Indikator	Sub indikator
1.	Memberikan penjelasan sederhana	a. Memusatkan pada pertanyaan b. Menganalisis alasan c. Mengajukan dan menjawab pertanyaan yang membutuhkan penjelasan.
2.	Membangun keterampilan dasar	a. Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak b. Mengamati dan menggunakan laporan hasil observasi
3.	Memberikan kesimpulan	a. Menyusun dan mempertimbangkan deduksi b. Menyusun dan mempertimbangkan induksi c. Menyusun keputusan dan mempertimbangkan hasilnya
4.	Memberikan penjelasan lebih lanjut	a. Mengidentifikasi istilah dan mempertimbangkan definisi b. Mengidentifikasi asumsi.
5.	Mengatur strategi dan taktik	a. Menentukan suatu tindakan b. Berinteraksi dengan orang lain.

6. Keterampilan Berpikir Kreatif

Berpikir mengacu pada penggunaan informasi secara psikologis yang meliputi pembentukan konsep, penciptaan abstraksi, imajinasi, pemecahan masalah, pengambilan keputusan dan pengungkapan ide secara kreatif (Haerunisa et al, 2021). Kreatif menurut *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)* artinya memiliki daya cipta atau kemampuan dalam membuat atau

menciptakan (Kamalia & Ruli, 2022). Kreativitas menurut *(KBBI)* adalah kemampuan seseorang untuk mencipta.

Kreativitas menurut Supriadi yaitu suatu keterampilan yang dimiliki oleh setiap individu untuk menghasilkan produk yang baru baik dalam bentuk karya maupun gagasan. Sedangkan pengertian kreativitas menurut James Gallagher adalah suatu karya nyata atau kemampuan berpikir yang berupa gagasan atau produk dari yang sudah ada sehingga dapat berdiri dengan sendirinya (Rotty et al, 2023).

Menurut Guilford (1973), terdapat dua kemampuan utama yang berkaitan erat denganberpikir kreatif. Pertama, kemampuan berpikir divergen yang dapat menghasilkan ide dalam memecahkan masalah, kefasihan/kelancaran *(fluency),* fleksibilitas *(flexibility),* dan elaborasi *(elaboration).* Kedua, kemampuan mengubah sesuatu menjadi bentuk atau pola baru. Guilford (1973) menekankan bahwa hakikat berpikir kreatif terletak pada pemikiran divergen. Ia menggambarkan berpikir divergen dikenal juga berpikir kreatif yang bermakna menghasilkan kemungkinan jawaban sesuai informasi yang disajikan

dengan menekankan pada banyak jumlah dan kesesuaian.

6.1 Karakteristik Berpikir Kreatif

Menurut Sitepu (2019), individu yang kreatif menunjukkan dua jenis karakterisitik kreativitas, meiputi ciri kognitif *(aptitude)* dan ciri afektif *(non-aptitude).* Kognitif dikaitkan dengan proses mental, termasuk kelancaran, fleksibilitas, orisinalitas dalam berpikir dan kemampuan elaborasi. Sedangkan afektif berkaitan dengan emosi atau sikap, misalnya rasa ingin tahu, imajinasi, serta pengambilan risiko. Kedua jenis karakteristik kreativitas ini sangat penting untuk pengembangan dan ekspresi perilaku kreatif.

6.2 Indikator Berpikir Kreatif

Menurut Guilford (1973), indikator berpikir kreatif diklasifikasikan menjadi 4 indikator meliputi: (1)kelancaran *(fluency),* (2)keluwesan (flexibility), (3)orisinalitas *(originality)*, dan (4)Elaborasi *(elaboration)*

Tabel 2.2 Indikator keterampilan Berpikir Kreatif menurut Guilford (1973)

No.	Indikator	Keterangan
1.	Kelancaran *(Fluency)*	Kemampuan untuk menghasilkan banyak gagasan.

No.	Indikator	Keterangan
2.	Keluwesan *(Flexibility)*	Kemampuan untuk mengatakan bermacam-macam pemecahan atau pendekatan terhadap masalah.
3.	Keaslian *(Originality)*	Kemampuan untuk memecahkan gagasan dengan cara- cara yang asli, tidak klise.
4.	Elaborasi atau penguraian *(Elaboration)*	Kemampuan untuk menguraikan sesuatu dengan perinci dan secara jelas.

7. Keterkaitan Metode *Mind Mapping* dengan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif

a. Keterkaitan Metode *Mind Mapping* dengan Keterampilan Berpikir Kritis

Tabel 2.3 Keterkaitan Metode *Mind Mapping* dengan Keterampilan Berpikir Kritis

Sintaks *Mind Mapping*	Indikator Berpikir Kritis	Keterkaitan
Masing-masing kelompok difasilitasi sumber belajar seperti buku ajar, koran, artikel, majalah, dan sebagainya. Lalu siswa diminta menyusun *mind map* atau peta pikiran yang memuat pertanyaan siswa pada potongan-potongan kartu *(QSH)*	Memberikan penjelasan sederhana	*Mind mapping* membantu siswa menyusun ide pokok secara jelas, memudahkan mereka memberikan penjelasan sederhana yang dapat dipahami dengan mudah.
	Membangun keterampilan dasar	Dengan mengidentifikasi sub-topik dan menghubungkannya, siswa membangun keterampilan dasar dalam menganalisis

Sintaks *Mind Mapping*	**Indikator Berpikir Kritis**	**Keterkaitan**
		komponen masalah dan hubungan antar ide.
	Memberikan kesimpulan	*Mind mapping* memungkinkan siswa untuk menyusun kesimpulan yang logis berdasarkan informasi yang tersusun secara sistematis dalam peta pikiran.
	Memberikan penjelasan lebih lanjut	Siswa dapat mengembangkan penjelasan lebih lanjut dengan menambahkan detail atau cabang baru, sehingga memperdalam pemahaman mereka terhadap topik atau ide yang dianalisis.
	Mengatur strategi dan taktik	Mind mapping membantu siswa merencanakan langkah-langkah pemecahan masalah secara logis dan sistematis, mengarah pada pengaturan strategi dan taktik yang efektif.

Kastner (2021)

b. Keterkaitan Metode *Mind Mapping* dengan Keterampilan Berpikir Kreatif

Tabel 2.4 Keterkaitan Metode *Mind Mapping* dengan Keterampilan Berpikir Kreatif

Sintaks *Mind Mapping*	**Indikator Berpikir Kreatif**	**Keterkaitan**
Setiap kelompok dibekali sumber belajar seperti buku ajar, koran, artikel, majalah, dan sebagainya. Lalu siswa ditugaskan membuat *mind map* atau peta pikiran yang memuat pertanyaan siswa pada potongan-potongan kartu *(QSH)*	Kelancaran *(Fluency)*	*Mind mapping* mendorong siswa supaya menghasilkan banyak ide atau cabang yang relevan sesuai topik. Proses ini melatih kelancaran berpikir dengan menghasilkan ide secara cepat dan beragam.
	Keluwesan *(Flexibility)*	Dengan Mind mapping membantu siswa untuk berpikir fleksibel dengan menghubungkan berbagai alternatif solusi dan melihat masalah dari berbagai sudut pandang.
	Keaslian *(Originality)*	Dalam mind mapping, siswa didorong untuk mengembangkan ide yang orisinal dan unik, serta mencari cara-cara baru untuk menghubungkan ide atau memecahkan masalah secara kreatif.

Sintaks *Mind Mapping*	Indikator Berpikir Kreatif	Keterkaitan
	Elaborasi atau penguraian *(Elaboration)*	Siswa dapat mengembangkan dan menguraikan ide lebih lanjut dalam mind map, memberikan penjelasan dan detail tambahan untuk memperdalam pemahaman tentang topik yang sedang dianalisis.

Harris (2021)

8. Keterkaitan *QSH* dengan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif

a. Keterkaitan *QSH* dengan Keterampilan Berpikir Kritis

Tabel 2.5 Keterkaitan *QSH* dengan Keterampilan Berpikir Kritis

Sintaks *QSH*	Indikator Berpikir Kritis	Keterkaitan
Menugaskan masing-masing siswa untuk menuliskan suatu pertanyaan apa saja yang berkaitan dengan materi pelajaran (tidak perlu menuliskan identitas atau nama)	Memberikan penjelasan sederhana	Melalui *QSH*, siswa dapat mengajukan pertanyaan dasar yang memungkinkan mereka memberikan penjelasan sederhana tentang konsep atau topik yang dipelajari, membantu klarifikasi pemahaman.
	Mengatur strategi dan taktik	Dalam *QSH,* siswa dihadapkan pada penyusunan strategi

Sintaks *QSH*	Indikator Berpikir Kritis	Keterkaitan
		pertanyaan yang dapat membuka jalur pemecahan masalah, membantu mereka untuk merencanakan langkah-langkah dalam diskusi atau pemecahan masalah.

Fisher (2020)

b. Keterkaitan *QSH* dengan Keterampilan Berpikir Kreatif

Tabel 2.6 Keterkaitan *QSH* dengan Keterampilan Berpikir Kritis

Sintaks *QSH*	Indikator Berpikir Kreatif	Keterkaitan
Siswa diminta untuk menuliskan suatu pertanyaan apa saja yang berkaitan dengan materi pelajaran (tidak perlu menuliskan identitas atau nama)	Kelancaran *(Fluency)*	*QSH* mendorong siswa untuk menghasilkan banyak ide dalam bentuk pertanyaan terkait topik, yang meningkatkan kelancaran berpikir mereka dengan memunculkan berbagai pertanyaan.
	Keluwesan *(Flexibility)*	Melalui *QSH,* siswa ditantang untuk berpikir fleksibel dengan mengajukan pertanyaan dari berbagai sudut pandang, baik yang konkret maupun abstrak, untuk

Sintaks *QSH*	Indikator Berpikir Kreatif	Keterkaitan
		mengeksplorasi topik lebih luas.
	Keaslian *(Originality)*	*QSH* mendorong siswa untuk berpikir orisinal dengan mengajukan pertanyaan yang tidak hanya berfokus pada hal yang sudah diketahui, tetapi juga menciptakan ide atau pertanyaan baru.
	Elaborasi atau penguraian *(Elaboration)*	Dalam *QSH,* siswa didorong untuk menguraikan pertanyaan dan memperkaya pemahaman mereka, menggali detail tambahan yang mendalam melalui pertanyaan lanjutan yang lebih rinci.

Feldhusen & Goh (2021)

9. Materi Ajar Bioteknologi

Bioteknologi merupakan salah satu materi yang diajarkan di SMAN 16 Semarang. Berdasarkan Kurikulum Merdeka, materi Bioteknologi terdapat Capaian Pembelajaran (CP), Indikator Tujuan Pembelajaran (ITP), dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang dapat digunakan sebagai acuan

dalam melakukan penelitian yang disesuaikan dengan Permendikbud No. 37 Tahun 2018.

Tabel 2.7 Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), Indikator Tujuan Pembelajaran (ITP), dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) pada Materi Bioteknologi

CP	TP	ITP	IPK
Siswa memahami proses klasifikasi makhluk hidup; peranan virus, bakteri dan jamur dalam kehidupan; ekosistem dan interaksi antar komponen serta faktor yang mempengaruhi ; dan pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan.	Mengidentifikasi sejarah dan definisi Bioteknologi	- Siswa mampu mengidentifikasi sejarah dan definisi Bioteknologi	- 3.10.1 Mengidentifikasi sejarah dan definisi Bioteknologi
	Menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern	Siswa mampu menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern dengan benar	3.10.2 Menguraikan perbedaan bioteknologi Konvensional dan modern
	Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan	Siswa mampu mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan - dengan benar	3.10.3 Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
	Menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia	Siswa mampu menganalisis manfat bioteknologi bagi manusia dengan benar	3.10.4 Menganalisis manfat bioteknologi bagi manusia
	Menganalisis dampak penerapan	Siswa mampu menganalisis dampak penerapan	3.10.5 Menganalisis dampak penerapan

CP	TP	ITP	IPK
	bioteknologi dalam kehidupan	bioteknologi dalam kehidupan - dengan benar	bioteknologi dalam kehidupan
	Merancang produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan	Siswa mampu merancang produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan dengan benar	- 3.10.6 Merancang produk pemanfaatan bioteknnologi dalam kehidupan

a. Capaian Pembelajaran

Siswa memahami proses klasifikasi makhluk hidup; peranan virus, bakteri dan jamur dalam kehidupan; ekosistem dan interaksi antar komponen serta faktor yang mempengaruhi; dan pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan.

b. Tujuan Pembelajaran

1. Mengidentifikasi sejarah dan definisi Bioteknologi (C1)
2. Menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern (C2)
3. Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan (C2)
4. Menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia (C4)

5. Menganalisis dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan (C4)
6. Merancang produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan (C6)

c. Cakupan Materi

Guru dalam penerapan metode *Mind Mapping* berbasis *QSH* pada materi Bioteknologi dapat mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi, menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern, mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan, menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia, menganalisis dampak bioteknologi dalam kehidupan, serta merancang produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan dengan tepat.

B. Kajian Penelitian yang Relavan

Hasil penelitian yang relavan dengan penelitian mengenai Pengaruh Metode Pembelajaran *Mind Mapping* Berbasis *QSH* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X pada Materi Bioteknologi yakni sebagai berikut.

1. Penelitian oleh Kristalara (2023) yang berjudul "Penerapan Metode Pembelajaran *Mind Map* Pada Mata Pelajaran Fikih untuk Meningkatkan Kemampuan

Critical Thinking pada Siswa Kelas XI MIA 3 MAN 2 Kota Parepare". Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK). Teknik pengumpulan data melalui pengamatan, tes, dan dokumentasi. Hasil penelitian ini yaitu penerapan metode pembelajaran Mind Map dapat meningkatkan kemampuan Critical Thinking siswa pada pelajaran Fikih di kelas XI MIA 3 MAN 2 Kota Parepare, dimana pada pra siklus nilai rata-rata kemampuan *Critical Thinking* siswa bernilai 57,18 (predikat kurang), sedangkan pada siklus I bernilai 74,6 (predikat kurang) dan pada siklus II bernilai 85 (predikat baik). Persamaan dengan penelitian peneliti terletak pada metode pembelajaran mind mapping dan variabel terikat yang digunakan. Sementara, perbedaannya terletak pada: a) variabel bebas; pada penelitian Kristalara (2023) hanya menggunakan metode mind mapping, sedangkan peneliti menggunakan metode mind mapping berbasis question student have. b) jumlah variabel terikat; pada penelitian Kristalara (2023) hanya menggunakan berpikir kritis saja, sedangkan peneliti menggunakan berpikir kritis dan berpikir kreatif.

2. Penelitian oleh Salma (2023) dengan judul "Implementasi Metode Pembelajaran *Mind Mapping*

untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam dan Budi Pekerti SMA Negeri 39 Jakarta". Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Hasil penelitian ini yaitu metode pembelajaran mind mapping dalam mata pelajaran PAI dan budi pekerti di SMA Negeri 39 Jakarta menunjukkan hasil yang positif. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari 3 siswa dengan kemampuan berpikir kreatif tinggi dan 3 siswa dengan kemampuan berpikir kreatif rendah. Metode mind mapping membantu siswa dalam mengasah kemampuan berpikir kreatif. Persamaan dengan penelitian peneliti terletak pada metode pembelajaran mind mapping dan variabel terikat yang digunakan. Sedangkan perbedaannya terletak pada: a) variabel bebas; pada penelitian Salma (2023) hanya menggunakan metode mind mapping, sedangkan peneliti menggunakan metode mind mapping berbasis question student have. b) jumlah variabel terikat; pada penelitian Salma (2023) hanya menggunakan berpikir kreatif saja, sedangkan peneliti menggunakan berpikir kritis dan berpikir kreatif.

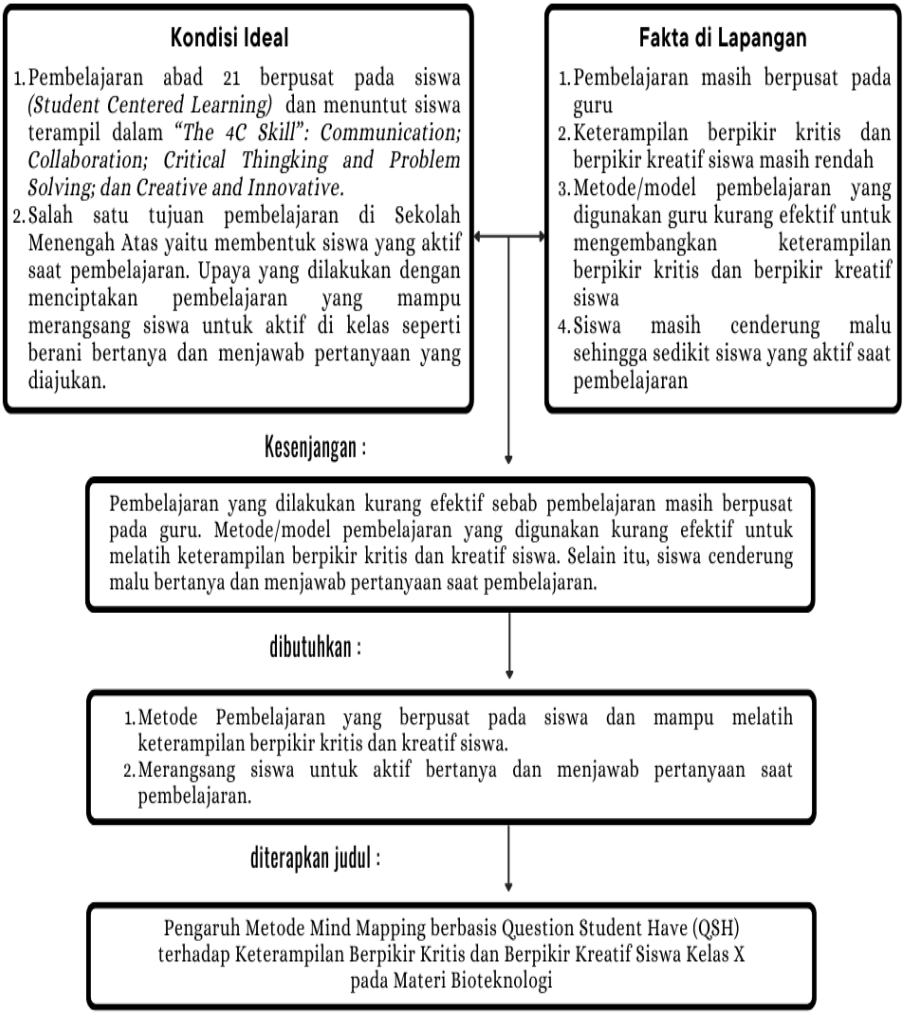
3. Penelitian oleh Parilian (2021) yang berjudul "Pengaruh Strategi *Question Student Have (QSH)* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Penguasaan Konsep Siswa". Penelitian ini merupakan penelitian quasi eksperimen. Teknik pengumpulan data melalui tes. Hasil penelitian ini yaitu menunjukkan bahwa ada pengaruh strategi Question Student Have terhadap kemampuan berpikir kritis dan penguasaan konsep siswa. Persamaan dengan penelitian peneliti terletak pada variabel bebas berupa question student have dan variabel terikat yang digunakan. Sementara, perbedaannya terletak pada: a) variabel bebas; pada penelitian Parilian (2021) hanya menerapkann strategi *QSH*, sedangkan peneliti menggunakan metode *mind mapping* berbasis *QSH*,. b) variabel terikat; pada penelitian Parilian (2021) menggunakan berpikir kritis dan penguasaan konsep, sedangkan peneliti menggunakan berpikir kritis dan berpikir kreatif.
4. Penelitian oleh Wiliwanto et al, (2019) yang berjudul **"**Penerapan Strategi Pembelajaran Aktif *Question Student Have* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematik Siswa SMK". Peneltian ini merupakan penelitian tindakan kelas. Teknik pengumpulan data berupa non tes. Hasil penelitian ini

yaitu kemampuan berpikir matematik siswa SMK melalui strategi pembelajaran aktip tipe *Question Student Have* lebih baik daripada kemampuan berpikir kritis matematik siswa SMK yang pembelajarannya menggunakan model pebelajaran biasa. Persamaan dengan penelitian peneliti terletak pada variabel bebas berupa Question Student Have dan variabel terikat yang digunakan. Sementara, perbedaannya terletak pada: a) variabel bebas; pada penelitian Wiliwanto et al, (2019) menggunakan strategi pembelajaran aktif *Question Student Have*, sedangkan peneliti menggunakan metode *mind mapping* berbasis *Question Student Have*. b) jumlah variabel terikat; pada penelitian penelitian Wiliwanto et al, (2019) menggunakan berpikir kritis matematis saja, sedangkan peneliti menggunakan berpikir kritis dan berpikir kreatif.

5. Penelitian oleh Sumarsih et al, (2020) yang berjudul **"**Penerapan Strategi *Question Student Have* Berbantuan Media Kartu untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa". Peneltian ini merupakan penelitian *pre-experimental design.* Teknik pengumpulan data melalui tes. Hasil penelitian ini yaitu pembelajaran kimia dengan penggunaan strategi

QSH berbantuan media kartu untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa mengalami peningkatan secara signifikan. Persamaan dengan penelitian peneliti terletak pada variabel bebas berupa *Question Student* Have dan variabel terikat yang digunakan. Perbedaannya terletak pada: a) variabel bebas; pada penelitian Sumarsih et al, (2020) menerapkan strategi *Question Student* Have, sedangkan peneliti menerapkan metode *mind mapping* berbasis *Question Student Have*. b) variabel terikat; pada penelitian Sumarsih et al, (2020) menggunakan menggunakan berpikir kritis saja, sedangkan peneliti menggunakan berpikir kritis dan berpikir kreatif.

C. Kerangka Berpikir



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

Sumber: *Dokumentasi Pribadi*

D. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis Deskriptif

H_{01} : Tidak terdapat pengaruh metode pembelajaran mind mapping berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa kelas X materi Bioteknologi di SMA N 16 Semarang

H_{11} : Terdapat pengaruh metode pembelajaran mind mapping berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa kelas X materi Bioteknologi di SMA N 16 Semarang

H_{02} : Tidak terdapat pengaruh metode pembelajaran mind mapping berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X materi Bioteknologi di SMA N 16 Semarang

H_{12} : Terdapat pengaruh metode pembelajaran mind mapping berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X materi Bioteknologi di SMA N 16 Semarang

BAB III
METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif melalui pendekatan kuasi eksperimen. Desain penelitian yang digunakan yakni *Nonequivanlent Control-Group Design* atau desain yang terdiri dari dua kelompok yang dipilih sacara tidak acak. Desain ini memberikan *pretest* sebelum diberikan perlakuan, serta *postest* sesudah diberikan perlakuan pada masing-masing kelompok.

Menurut Christensen et al, (2015) & Creswel, (2017), dalam konteks penelitian di sekolah, terutama ketika ingin menerapkan model, pendekatan, strategi, atau metode pembelajaran di kelas, partisipan bersifat convenient (sudah terbentuk secara alami), artinya kelas sudah ditentukan oleh pihak sekolah, maka proses pemilihan partisipan dilakukan secara tidak acak *(non-randomly assignment).* Jika proses pemilihan partisipan dilakukan secara tidak acak, maka tergolong kuasi eksperimen. Namun, jika pemilihan partisipan dilakukan secara acak *(randomly assignment),* maka tergolong *true experiment.*

Desain penelitian kuasi eksperimen pada dasarnya tidak memerlukan kelompok kontrol yang

sebenarnya, tetapi menggunakan kelompok pembanding. Kelompok pembanding ini mengacu pada kelompok yang menmperoleh perlakuan yang berbeda seperti penggunaan pendekatan pembelajaran konvensional (Rogers & Reversz, 2005).

Dalam penelitian ini, kelas kontrol merujuk pada kelompok yang tidak mendapatkan perlakuan, artinya kelas yang menerapkan pendekatan konvensional yang biasa atau sering diterapkan guru dalam pembelajaran (Isnawan, 2020). Pada penelitian ini kelompok eksperimen menerapkan metode *mind mapping* berbasis *QSH,* sedangkan kelompok kontrol menerapkan metode pembelajaran ceramah diskusi. Tes yang diberikan sebelum dan setelah perlakuan memiliki kesamaan. Berikut ini merupakan rincian desain penelitian yang tercantum pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Penelitian Kuasi Eksperimen tipe Nonequivanlent Control-Group Design

Kelas	***Pretest***	**Perlakuan**	***Posttest***
Eksperimen (E)	O_1	X	O_2
Kontrol (K)	0_3	-	O_4

Sumber: Isnawan (2020)

Keterangan:

E : kelas eksperimen

K : kelas kontrol

O_1 : hasil *pretest* kelas eksperimen

O_2 : hasil *posttest* kelas eksperimen

0_3 : hasil *pretest* kelas kontrol

O_4 : hasil *posttest* kelas eksperimen

X : *treatment* atau perlakuan

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 16 Semarang yang terletak di Jalan Raya Ngadirgo, Mijen, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50213, pada bulan Mei 2025.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas X SMAN 16 Semarang dari kelas X-1 hingga X-6 dengan jumlah total 209 siswa**,** dengan rincian pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Daftar Siswa Kelas X

Kelas	Jumlah Siswa
X-1	33
X-2	36
X-3	35
X-4	35
X-5	35
X-6	35

2. Sampel

Penelitian ini memiliki sampel yang berjumlah dua kelas, yakni kelas X-1 sebagai kelas kontrol berjumlah 33 siswa dan kelas X-2 sebagai kelas eksperimen berjumlah 36 siswa. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *nonprobability sampling*, yakni teknik yang tidak memberikan kesempatan yang sama bagi semua anggota populasi untuk dipilih menjadi bagian sampel (Zulfikar et al, 2024).

Jenis sampling yang digunakan oleh peneliti dari *nonprobability sampling* yaitu *purposive sampling.* Teknik tersebut dipilih sesuai pertimbangan tertentu, tujuannya yakni untuk mendapatkan data yang bersifat lebih representatif. Penelitian ini menggunakan teknik tersebut sesuai kebutuhan data yang memerlukan dua kelas penelitian dengan kemampuan akademik siswa yang relatif sama (Fakhri, 2021).

Pemilihan dua kelas tersebut didasarkan pada hasil wawancara dengan guru biologi yang menyatakan bahwa kedua kelas mempunyai tingkat kemampuan yang relatif sama. Selain itu, pemilihan teknik sampling ini didasarkan atas

pertimbangan guru biologi yang mengampu kelas X, dimana telah mengetahui kemampuan siswanya selama mengikuti kegiatan pembelajaran yaitu kedua kelas memperoleh nilai yang tidak jauh berbeda. Nilai tersebut dapat dilihat pada Lampiran 46.

D. Definisi Operasional Variabel

1. Variabel Bebas *(Independent)*

Variabel bebas merupakan faktor yang diubah oleh peneliti untuk diamati pengaruhnya terhadap variabel terikat (Sugiyono, 2013). Variabel bebas dalam penelitian ini yakni metode *mind mapping* berbasis *QSH.*

2. Variabel Terikat *(Dependent)*

Variabel terikat yaitu faktor yang dipengaruhi perubahan dari variabel bebas (Sugiyono, 2013). Variabel terikat dalam penelitian ini ada 2, yakni keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif.

a. Keterampilan Berpikir Kritis

Menurut Ennis (2011), mendefinisikan berpikir kritis sebagai pemikiran yang rasional dan reflektif, yang digunakan untuk menciptakan keputusan atau menyelesaikan masalah. Hal ini melibatkan kemampuan untuk

menganalisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan informasi secara sistematis dan objektif. Hal ini sejalan dengan pandangan Taha (2022) yang menyatakan bahwa berpikir kritis adalah kemampuan untuk menarik kesimpulan atau mempertimbangkan suatu konsep atau ide setelah memahami dengan baik konsep atau ide tersebut. Proses berpikir kritis ini menggabungkan kemampuan siswa untuk membandingkan informasi yang diterima dari sumber eksternal dengan pengetahuan yang dimiliki.

Keterampilan berpikir kritis siswa diukur melalui instrumen tes berupa soal pilihan ganda yang mencakup indikator berpikir kritis siswa menurut Ennis (2011), meliputi: 1) memberikan penjelasan sederhana, 2) membangun keterampilan dasar, 3) memberikan kesimpulan, 4) memberikan penjelasan lebih lanjut, dan 5) mengatur strategi dan taktik.

b. Keterampilan Berpikir Kreatif

Menurut Guilford (1973), berpikir kreatif adalah kemampuan untuk menghasilkan ide-

ide baru, orisinal, serta berguna, yang melibatkan kemampuan untuk berpikir secara fleksibel, menemukan berbagai solusi untuk suatu masalah, serta menghubungkan informasi yang tidak terkait untuk menciptakan konsep-konsep yang inovatif. Keterampilan berpikir kreatif diukur menggunakan instrumen tes berupa soal uraian yang mencakup indikator berpikir kreatif siswa menurut Guilford (1973), meliputi: kelancaran (fluency), keluwesan (flexibility), orisinalitas (originality), dan Elaborasi (elaboration).

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Menurut Febrinata (2014), pengumpulan data dilakukan dengan dua teknik, yaitu tes dan non-tes. Teknik tes digunakan untuk mengetahui pemahaman atau kemampuan subjek penelitian terhadap suatu topik, meliputi tes pilihan ganda, tes isian singkat, tes uraian, tes menjodohkan atau mencocokkan, dan tes benar atau salah. Sementara itu, teknik non-tes digunakan untuk menilai sikap, meliputi kuesioner atau angket, wawancara,

observasi, dan dokumentasi. Penelitian ini menggunakan teknik tes berupa soal pilihan ganda dan uraian serta teknis non-tes berupa wawancara dan observasi.

2. Instrumen Pengumpulan

1. Lembar Wawancara

   Instrumen wawancara dalam penelitian ini berupa lembar wawancara saat pra riset yang terdapat pada Lampiran 2 yang digunakan untuk mengumpulkan informasi dalam penelitian ini. Narasumber dalam penelitian ini yakni Ibu Atsni Wahyu Lestari, S.Pd. sebagai guru biologi SMAN 16 Semarang. Lembar wawancara berisi 4 aspek, meliputi: (1) kurikulum, (2) model dan metode pembelajaran, (3) materi biologi, dan (4) keterampilan abad 21.

   (Lampiran 2 Hasil Wawancara dengan Guru Biologi).

2. Lembar Observasi

   Observasi ini dilakukan pada saat pra-riset di SMAN 16 Semarang. Peneliti menemukan masalah di lapangan bahwasanya metode atau model pembelajaran yang digunakan saat

pembelajaran kurang efektif. Observasi dilakukan dengan pengamatan dan wawancara kepada guru mapel Biologi SMAN 16 Semarang. **(Lampiran 3 Hasil Observasi Pembelajaran)**

3. Lembar Soal

   Penelitian ini menggunakan instrumen tes berupa soal berpikir kritis dan berpikir kreatif. Soal berpikir kritis dikembangkan berdasarkan indikator Ennis (2011), yang terdiri dari 5 indikator, meliputi 1) memberikan penjelasan sederhana, 2) membangun keterampilan dasar, 3) memberikan kesimpulan, 4) memberikan penjelasan lebih lanjut, dan 5) mengatur strategi dan taktik. Sedangkan soal berpikir kreatif dikembangkan berdasarkan indikator Guilford (1973), yang terdiri atas 4 indikator, meliputi: kelancaran *(fluency)*, keluwesan *(flexibility),* keaslian *(originality),* dan elaborasi *(elaboration).*

   (Lampiran 13 dan 28 soal keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa)

4. Lembar Observasi Keterlaksanaan Metode *Mind Mapping* berbasis *QSH* berdasarkan Keterampilan Berpikir kritis dan Kreatif

Penelitian ini menggunakan lembar observasi keterlaksanaan metode *mind mapping* dan *QSH* berdasarkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif dengan tujuan sebagai berikut:

a. Menilai efektivitas kedua metode (*Mind Mapping* dan *QSH*) dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa.
b. Memantau dan mengevaluasi keterlaksanaan metode selama pembelajaran.
c. Mengukur dampak metode tersebut terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa (Sari & Setiawan, 2021).

(Lampiran 45 lembar observasi keterlaksanaan metode *mind mapping* berbasis *QSH* berdasarkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif)

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini terlebih dahulu diuji validitas dan uji reliabilitas. Tes uji coba mencakup 15 soal pilihan ganda mengenai soal keterampilan berpikir kritis dan 15 soal uraian

mengenai soal keterampilan berpikir kreatif. Berikut ini merupakan analisis tes uji coba.

1. Uji Validitas

Instrumen terlebih dahulu diuji validitas sebelum diberikan kepada siswa untuk menilai kevalidan instrumen. Uji validitas dilakukan untuk menilai kevalidan atau kesesuaian instrumen yang digunakan peneliti dalam mengukur dan mengumpulkan data dari responden. Uji validitas dilakukan melalui 2 tahap yaitu uji validasi ahli (memvalidasi konstruksi instrumen yang dibuat peneliti dan diuji oleh ahli) dan uji validasi empirik (instrumen yang telah dibuat kemudian diuji coba dengan siswa). Pengujian validitas penting untuk mengukur seberapa akurat suatu tes memenuhi fungsi pengukuran atau benar-benar dapat mewakili variabel yang diukur (Teni & Yudiyanto, 2021).

Melalui uji validitas empirik, angket yang dinyatakan valid oleh validator ahli selanjutnya diuji cobakan kepada responden. Responden yang digunakan dalam uji coba instrumen yaitu siswa kelas XI SMAN 16 Semarang yang berjumlah 36 responden untuk memastikan kevalidan dari setiap

item soal, menggunakan sistem *SPSS 26 for Windows.* Uji validitas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu korelasi *product moment.*

2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas mengacu pada keterpercayaan, konsistensi, dan kestabilan. Tes dapat dinyatakan reliabel jika menghasilkan nilai data tetap, artinya ketika data yang sama diukur berulang kali hasilna relatif sama. Suatu variabel dikatakan reliabel, jika hasil alpha >0,60 = reliabel dan hasil alpha < 0,60 = tidak reliabel (Teni & Yudiyanto, 2021). Seluruh butir soal yang valid diuji kesesuaian butir soalnya melalui *SPSS 26 for Windows* dengan *alpha Cronbach*. Kategori *alpha Cronbach* dapat disimak pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Indeks Reliabilitas Soal

No.	Nilai P	Kategori
1	0,81 – 1,00	Sangat riliabel
2	0,61 – 0,80	Reliabel
3	0,41 – 0,60	Cukup reliabel
4	0,21 – 0,40	Kurang reliabel
5	0,00 – 0,20	Tidak reliabel

Sumber: Riduwan (2010)

3. Uji Kesukaran

Soal pilihan ganda digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis dan soal uraian

berpikir kreatif siswa. Soal dikatakan layak digunakan jika tidak terlalu sulit dan terlalu mudah. Oleh sebab itu, penting untuk menlai tingkat kesukaran butir soal sebelum digunakan. Tingkat kesukaran soal diperoleh melalui uji *SPSS 26 for Windows,* indeks kesukaran soal dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Indeks Kesukaran Soal

No.	Nilai P	Kategori
1	0,00 – 0,30	Sukar
2	0,31 – 0,70	Sedang
3	0,71 – 1,00	Mudah

Sumber: Arikunto (2010)

4. Uji Daya Beda

Uji daya beda menunjukkan adanya perbedaan kemampuan siswa. Data yang digunakan untuk analisis ini terdiri dari soal pilihan ganda dan uraian *pretest* dan *posttest*. Uji daya beda dilakukan menggunakan *SPSS 26 for Windows* dengan indeks daya beda soal dapat disimak pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Indeks Daya Beda Soal

No.	Indeks Daya Beda	Kategori
1	0,00 – 0,20	Jelek
2	0,21 – 0,40	Cukup
3	0,41 – 0,70	Baik
4	0,71 – 1,00	Baik sekali

Sumber: Arikunto (2010)

G. Teknik Analisis Data

1. Uji Prasyarat

Uji prasyarat adalah konsep dasar untuk mengetahui jenis uji yang dilakukan oleh peneliti dalam penelitian. Menurut Sianturi, (2022) uji prasyarat dalam penelitian ini berupa uji normalitas dan homogenitas. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui sebaran data hasil penelitian, sedangkan uji homogenitas digunakan untuk menunjukkan bahwa dua atau lebih kelompok sampel data diambil dari populasi yang memiliki varians yang sama.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menilai apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji ini dengan bantuan aplikasi *SPSS 26 for Windows* dengan taraf signifikansi 0,05%. Nilai signifikansi pada uji normalitas menggunakan

Shapiro-Wilk (W-test) dinilai dengan membandigkan nilai signifikansi yang didapatkan dengan nilai tabel untuk mengetahui posisi nilai probabilitas *(p)* dan apakah data memenuhi asumsi normalitas.

Berdasarkan uji *Shapiro-Wilk* hipotesis statistik sebagai berikut.

1) Jika nilai p > 0,05, maka data berdistribusi normal
2) Jika nilai p < 0,05, maka data tidak berdistribusi normal

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk menentukan apakah varians di antara beberapa populasi sama atau tidak. Penelitian ini menggunakan *uji Levene,* yang secara khusus digunakan untuk menilai kesetaraan varians di berbagai populasi (Lubis et al, 2023) Menurut Gunawan (2016), kriteria penentuan uji homogenitas adalah sebagai berikut.

1) Jika nilai sig. > 0,05, maka data homogen
2) Jika nilai sig. < 0,05, maka data tidak homogen

Jika data homogen, digunakan perhitungan parametrik. Namun, apabila data yang didapatkan tidak homogen, maka digunakan perhitungan non-parametrik.

2. Uji Hipotesis

Hipotesis merupakan perkiraan sementara dan masih diragukan kebenarannya, sehingga perlu dibuktikan. Uji hipotesis digunakan untuk memperoleh peluang dalam menjawab beberapa pertanyaan dengan pernyataan ditolak atau diterima terhadap suatu hipotesis (Anuraga et al, 2021).

Penelitian ini menggunakan uji ANCOVA untuk pengujian hipotesis. Variabel bebas dan variabel akan dianalisis menggunakan *SPSS 26 for Windows* guna mengetahui hipotesis yang ditentukan.

Uji ancova memerlukan data *pretest* dan *posttest* dari setiap kelas kontrol dan eksperimen. Menurut Smith & Allen (2023), uji ANCOVA *(Analysis of Covariance)* adalah teknik statistik yang menggabungkan analisis variansi (ANOVA) dan analisis kovarians (ANCOVA). Uji ini digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan rata-rata antarkelompok yang berbeda setelah

mengontrol pengaruh variabel lain yang disebut sebagai kovariat. Pada uji ancova yang menjadi kontrol atau kovariat yaitu data *pretest*.

Berikut kriteria pengujian hipotesis pada uji ancova:

1) Jika nilai sig. <0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima
2) Jika nilai sig. >0,05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini membahas tentang pengaruh metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif dalam pembelajaran biologi yang dilaksanakan di SMA Negeri 16 Semarang pada bulan Mei 2025. Total sampel penelitian ini sebanyak 69 siswa yang terdiri atas dua kelas yakni kelas X-2 sebagai kelas eksperimen berjumlah 36 siswa dan kelas X-1 sebagai kelas kontrol berjumlah 33 siswa. Kelas eksperimen menerapkan metode *mind mapping* berbasis *QSH* sedangkan kelas kontrol menerapkan metode ceramah dan diskusi. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode *Quasi Eksperimental* dengan desain *Nonequivalent Control Group Desaign,* yakni pemberian perlakuan yang berbeda pada dua kelas.

1. Hasil Validitas dan Reliabilitas Instrumen

a. Uji Validitas

Instrumen soal diuji kevalidannya sebelum digunakan dalam penelitian. Uji validitas dilakukan menggunakan *SPSS 26 for Windows* dengan korelasi *product moment.* Hasil akhir dibandingkan dengan nilai r_{hitung} terhadap nilai

r_{tabel} *product moment* dengan tingkat signifikansi sebesar 5% atau 0,05. Butir soal dapat dinyatakan valid jika $r_{hitung} > r_{tabel}$. Jumlah responden uji coba penelitian sebanyak 36, seihngga N= 36. Maka dapat diperoleh df= n-2 = 36-2 = 34. Dsitribusi nilai nilai r_{tabel} dengan signifikansi 5% yaitu 0,3291. Hasil analisis uji validitas instrumen berpikir kritis dan berpikir kreatif dapat disimak pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Uji Validitas Instrumen Berpikir Kritis

No. Soal	r_{tabel}	r_{hitung}	Keterangan
1	0,3291	0,728	Valid
2	0,3291	0,756	Valid
3	0,3291	0,129	Tidak valid
4	0,3291	0,728	Valid
5	0,3291	0,680	Valid
6	0,3291	0,666	Valid
7	0,3291	0,425	Valid
8	0,3291	0,036	Tidak valid
9	0,3291	0,543	Valid
10	0,3291	0,661	Valid
11	0,3291	0,281	Tidak valid
12	0,3291	0,516	Valid
13	0,3291	0,346	Valid
14	0,3291	0,801	Valid
15	0,3291	0,527	Valid

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa hasil uji validitas instrumen berpikir kritis menunjukkan 12 soal valid dan 3 soal tidak valid. Hal ini dibuktikan dengan nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$, sehingga instrumen yang valid bisa digunakan untuk penelitian. Rincian perhitungan uji validitas instrumen berpikir kritis dapat disimak di Lampiran 8**.**

Tabel 4.2 Validitas Instrumen Berpikir Kreatif

No. Soal	r_{tabel}	r_{hitung}	Keterangan
1	0,3291	0,558	Valid
2	0,3291	0,048	Tidak valid
3	0,3291	0,656	Valid
4	0,3291	0,953	Valid
5	0,3291	-0,044	Tidak valid
6	0,3291	0,005	Tidak valid
7	0,3291	0,772	Valid
8	0,3291	0,232	Tidak valid
9	0,3291	0,741	Valid
10	0,3291	0,232	Tidak valid
11	0,3291	0947	Valid
12	0,3291	0,396	Valid
13	0,3291	0,878	Valid
14	0,3291	0,456	Valid
15	0,3291	0,953	Valid

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa hasil uji validitas soal keterampilan berpikir

kreatif menunjukkan 10 soal valid dan 5 soal tidak valid. Hal ini dibuktikan dengan nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$, sehingga instrumen yang valid bisa digunakan untuk penelitian. Rincian perhitungan uji validitas instrumen berpikir kreatif dapat disimak di Lampiran 23.

b. Uji Reliabilitas

Butir soal yang valid berikutnya dilakukan uji kesesuaian butir soal menggunakan *SPSS 26 for Windows* dengan *alpha Cronbach.* Suatu variabel dnyatakan reliabel apabila nilai *alpha* > 0,60. Hasil analisis menunjukkan instrumen berpikir kritis mempunyai nilai reliabilitas sebesar 0,862 > 0,60. Sedangkan hasil analisis menunjukkan instrumen berpikir kreatif mempunyai nilai reliabilitas sebesar 0,922 > 0,60. Oleh sebab itu, nilai tersebut termasuk pada kategori diterima, artinya instrumen tersebut reliabel. Rincian perhitungan uji reliabilitas instrumen berpikir kritis dan kreatif terdapat di Lampiran 9 dan 24.

c. Tingkat Kesukaran

Pengujian tingkat kesukaran butir soal dilakukan bertujuan mengevaluasi tingkat

kesulitan suatu instrumen tes. Tingkat kesukaran yang dianggap baik yaitu antara 0,25-0,75. Jika suatu soal memiliki tingkat kesukaran > 0,25 maka soal tersebut tergolong sulit. Sebaliknya, jika tingkat kesukaran > 0,75 maka soal tersebut tergolong terlalu mudah (Hanifah, 2014). Hasil analisis uji tingkat kesukaran soal berpikir kritis dan berpikir kreatif dapat disimak pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Indeks Kesukaran Soal Berpikir Kritis

No. Soal	Skor Tingkat Kesukaran Soal	Keterangan
1	0,64	Sedang
2	0,61	Sedang
3	0,64	Sedang
4	0,61	Sedang
5	0,64	Sedang
6	0,58	Sedang
7	0,61	Sedang
8	0,69	Sedang
9	0,69	Sedang
10	0,61	Sedang
11	0,61	Sedang
12	0,64	Sedang

Hasil uji tingkat kesukaran menggunakan *SPSS 26 for Windows* menunjukkan instrumen

berpikir kritis yang digunakan dalam uji coba memiliki tingkat kesukaran sedang. Seluruh soal tetap digunakan, sebab seluruh soal sudah valid sehingga dapat digunakan untuk mengukur tingkat berpikir kritis siswa. Rincian perhitungan uji tingkat kesukaran soal berpikir kritis terdapat di Lampiran 10.

Tabel 4.4 Indeks Kesukaran Soal Berpikir Kreatif

No. Soal	Skor Tingkat Kesukaran Soal	Keterangan
1	0,625	Sedang
2	0,562	Sedang
3	0,582	Sedang
4	0,617	Sedang
5	0,562	Sedang
6	0,557	Sedang
7	0,557	Sedang
8	0,597	Sedang
9	0, 617	Sedang
10	0,582	Sedang

Hasil uji tingkat kesukaran dengan bantuan *SPSS 26 for Windows* menunjukkan instrumen soal berpikir kreatif yang digunakan dalam uji coba memiliki tingkat kesukaran sedang. Seluruh soal tetap digunakan, sebab seluruh soal sudah valid sehingga dapat digunakan untuk mengukur tingkat berpikir kreatif siswa.

Rincian perhitungan uj itingkat kesukaran soal berpikir kreatif terdapat di Lampiran 25.

d. Daya Beda

Uji daya beda soal dilakukan bertujuan mengevaluasi efektivitas suatu soal dalam mengukur perbedaan kemampuan siswa dalam menjawab soal. Artinya, tujuan uji ini yaitu untuk menilai sejauh mana soal mampu membandingkan siswa yang memliki keterampilan berpikir kritis tinggi dan yang mempunyai keterampilan berpikir kritis rendah. Hasil analisis uji daya beda instrumen soal berpikir kritis dan kreatif terdapat pada Tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 4.5 Indeks Daya Beda Soal Berpikir Kritis

No. Soal	Skor Daya Beda	Keterangan
1	0,633	Baik
2	0,725	Baik sekali
3	0,652	Baik
4	0,611	Baik
5	0,614	Baik
6	0,327	Cukup
7	0,501	Baik
8	0,610	Baik
9	0,400	Cukup
10	0,222	Cukup
11	0,725	Baik sekali

No. Soal	Skor Daya Beda	Keterangan
12	0,502	Baik

Hasil uji daya beda menggunakan *SPSS 26 for Windows* menunjukkan instrumen yang digunakan dalam uji coba mempunyai variasi yang beragam. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa soal nomor 2 dan 11 termasuk kategori baik sekali, soal nomor 1, 3, 4, 5, 7,8, 12 termasuk kategori baik, dan soal nomor 6, 9, 10 termasuk kategori cukup. Rincian perhitungan uji daya beda soal berpikir kritis terdapat di Lampiran 11.

Tabel 4.6 Indeks Daya Beda Soal Berpikir Kreatif

No. Soal	Skor Daya Beda	Keterangan
1	0,481	Baik
2	0,627	Baik
3	0,965	Baik sekali
4	0,757	Baik sekali
5	0,674	Baik
6	0,964	Baik sekali
7	0,273	Cukup
8	0,890	Baik sekali
9	0,394	Cukup
10	0,965	Baik sekali

Hasil uji daya beda menggunakan *SPSS 26 for Windows* menunjukkan instrumen yang digunakan dalam uji coba mempunyai variasi yang beragam. Sesuai hasil analisis menunjukkan bahwa soal nomor 3, 4, 6, 8, 10 termasuk kategori baik sekali, soal nomor 1, 2, 5 tergolong kategori baik, dan soal nomor 7, 9 tergolong kategori cukup. Rincian perhitungan uji daya beda soal berpikir kreatuf terdapat di Lampiran 26.

B. Hasil Uji Hipotesis

1. Hasil Deskriptif

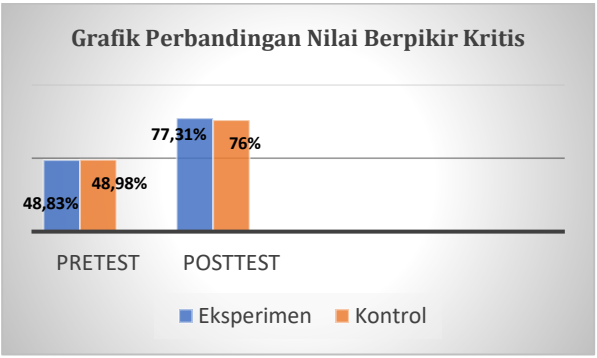
Penelitian ini membahas mengenai pengaruh metode *mind mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa kelas X di SMA Negeri 16 Semarang. Penelitian ini menggunakan sampel yang terdiri dari dua kelas yakni kelas X-2 sebagai kelas eksperimen dan kelas X-1 sebagai kelas kontrol. Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode pembelajaran yang berbeda pada dua kelas tersebut. Kelas eksperimen menggunakan metode *mind mapping* berbasis *QSH* untuk melatih keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pembeljaran biologi, sementara kelas

kontrol menggunakan metode ceramah dan diskusi. Penelitian di sekolah dilaksanakan tiga kali pertemuan, setiap pertemuan berdurasi dua jam pelajaran (JP) atau sama dengan 6 x 45 menit setiap kelas. Pertemuan pertama menugaskan siswa untuk mengerjakan soal *pretest* dan melibatkan perlakuan yang berbeda di setiap kelasnya. Pertemuan berikutnya melibatkan diskusi dan presesntasi kelompok tentang sejarah, definisi, produk pemanfaatan, perbedaan, manfaat, dampak penerapan bioteknologi. Pertemuan terakhir menugaskan siswa untuk mengerjakan soal *posttest.* Nilai *pretest* dan *posttest* pada variabel terikat yang diteliti yakni sebagai berikut:

a. Keterampilan Berpikir Kritis

Nilai *pretest* dan *posttest* di kedua kelas terdapat pada Gambar 4.1 yang menyatakan bahwa nilai berpikir kritis untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh nilai *pretest* dengan persentase 48,83% dan nilai *posttest* dengan persentase 77,31%. Hal ini berarti di kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 28,48%. Sementara, di kelas kontrol

memperoleh nilai *pretest* dengan persentase 48,98% dan *posttest* 76,00%. Hal ini berarti pada kelas kontrol mengalami peningkatan sebesar 27,02%.

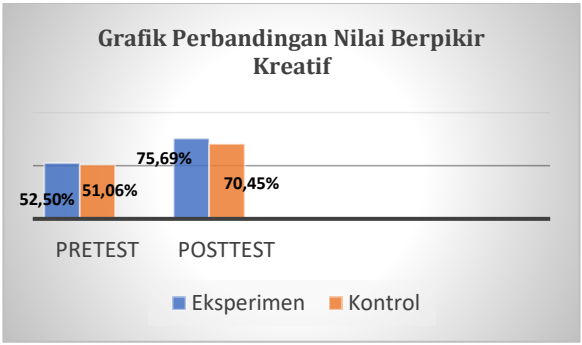


Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai Berpikir Kritis

b. Keterampilan Berpikir Kreatif

Nilai *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas terdapat di Gambar 4.2 yang menunjukkan nilai berpikir kretaif kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh hasil pretest dengan persentase 53,50% dan *posttest* dengan persentase 76,69%. Hal ini berarti di kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 23,19%. Sedangkan di kelas kontrol memperoleh nilai *pretest* dengan persentase 51,06 % dan *posttest* 70,45%. Hal ini berarti

pada kelas kontrol mengalami peningkatan sebesar 19,39%. Rincian perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 17 dan 32.



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai Berpikir Kreatif

2. Uji Prasyarat

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan *SPSS 26 for Windows* bertujuan menentukan apakah data berdsitribusi normal atau tidak (Haris et al, 2023). Jika tingkat signifikansi > 5% atau 0,05 maka data berdistribusi normal, sebaliknya jika tingkat signifikansi < 5% atau 0,05 maka data tidak berdistribusi normal.

1. Berpikir Kritis

Uji normalitas nilai tes berpikir kritis terdapat pada Tabel 4.7, menunjukkan

bahwa uji normalitas *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen maupun kontrol berdistribusi normal.

Tabel 4.7 Uji Normalitas Berpikir Kritis

	Kelas	***Statistic***	**df**	**Sig.**
Kelas *pretest*	Eksperimen	.942	33	.076
	Kontrol	.954	33	.178
Kelas *posttest*	Eksperimen	.945	36	.073
	Kontrol	.952	36	.120

2. Berpikir Kreatif

Uji normalitas hasil tes berpikir kreatif terdapat pada Tabel 4.8**,** menunjukkan bahwa uji normalitas *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen maupun kontrol berdistribusi normal.

Tabel 4.8 Uji Normalitas Berpikir Kreatif

	Kelas	***Statistic***	**df**	**Sig.**
Kelas *pretest*	Eksperimen	.954	33	.178
	Kontrol	.956	33	.197
Kelas *posttest*	Eksperimen	.951	36	.114
	Kontrol	.955	36	.145

b. Uji Homogenitas

Pengjujian homogenitas menggunakan *SPSS 26 for Windows* dengan *uji Levene* yang digunakan saat data dinyatakan homogen dengan signifikansi > 5% atau 0,05 (Haris et al, 2023). Jika nilai signifikansi < 5% atau 0,05 maka dinyatakan data tidak homogen.

1. Berpikir Kritis

Uji homogenitas nilai tes berpikir kritis siswa terdapat pada Tabel 4.9**,** menunjukkan hasil uji homogenitas *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kontrol bersifat homogen dengan hasil signifikansi 0,153.

Tabel 4.9 Uji Homogenitas Berpikir Kritis

	Levene statistic	**df1**	**df2**	**Sig.**
Based on mean	1.783	3	134	.153

2. Berpikir Kreatif

Uji homogenitas nilai tes berpikir kreatif siswa terdapat pada Tabel 4.10,

menunjukkan hasil pengujian homogenitas *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kontrol bersifat homogen dengan signifikansi 0,859.

Tabel 4.10 Uji Homogenitas Berpikir Kreatif

	Levene statistic	**df1**	**df2**	**Sig.**
Based on mean	.253	3	134	.859

3. Uji Ancova

Pengujian normalitas dan homogenitas menghasilkan data berdistribusi normal dan data homogen. Oleh sebab itu dilanjutkan perhitungan menggunakan uji hipotesis dengan uji ancova. Rahmayani et al, (2021) mengemukakan bahwa kriteria uji ancova dilihat dari tingkat signifikansinya yaitu apabila nilai Sig < 5% atau 0,05 maka H_1 diterima, sebaliknya apabila nilai Sig > 5% atau 0,05 maka H_1 ditolak.

1. Uji Ancova Keterampilan Berpikir Kritis

Uji ancova instrumen berpikir kritis dapat disimak pada Tabel 4.11, menunjukkkan bahwa

nilai signifikansi *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen maupun kontrol sebesar 0,002, sehingga $H_{1\,1}$ diterima.

Tabel 4.11 Uji Ancova Berpikir Kritis

Source	***Type III Of Squares***	**df**	***Mean Squares***	**f**	**Sig.**
Corrected model	9712.811[a]	2	4856.405	211.063	.000
Intercept	4649.097	1	4649.097	202.053	.000
Pre_test	9672.153	1	9672.153	420.359	.000
Metode Pembelajaran	233.491	1	233.491	10.148	.002
Error	1518.610	66	23.009		
Total	418296.001	69			
Corrected Total	11231.421	68			

2. Uji Ancova Keterampilan Berpikir Kreatif

Uji ancova instrumen berpikir kreatif terdapat pada Tabel 4.12, menunjukkkan bahwa nilai signifikansi hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen maupun kontrol sebesar 0,000, sehingga $H_{1\,2}$ diterima.

Tabel 4.12 Uji Ancova Berpikir Kreatif

Source	***Type III Of Squares***	**df**	***Mean Squares***	**f**	**Sig.**
Corrected model	6353.631[a]	2	3176.816	234.289	.000
Intercept	898.869	1	898.869	66.291	.000
Pre_test	5880.901	1	5880.901	433.714	.000
Metode Pembelajaran	245.252	1	245.252	18.087	.000
Error	894.920	66	13.559		
Total	376850.000	69			
Corrected Total	7248.551	68			

C. Pembahasan

Hasil penelitian dilakukan uji normalitas dan homogenitas sebagai prasyarat hipotesis. Data harus memenuhi asumsi berdistribusi normal dan homogen. Hasil uji prasyarat menyatakan data terdistribusi normal dan homogen. Langkah berikutnya yakni pengujian hipotesis bertujuan menguji pengaruh metode *mind mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Hasil uji hipotesis diperoleh nilai signifikan karena terdapat perbedaan nilai *posttest* antara kelompok eksperimen

dan kontrol. Hal ini dikatakan bahwa metode *mind mapping* berbasis *QSH* efektif untuk melatih keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa.

1. **Pengaruh *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Biologi**
   a. **Sintaks *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis**

      Analisis data pada Tabel 4.11 menunjukkan nilai signifikansi uji ancova terhadap instrumen berpikir kritis yaitu 0,002 < 0,05, sehingga terdapat pengaruh signifikan dari penerapan metode *mind mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini disebabkan karena pengaruh dari sintaks atau langkah-langkah metode *mind mapping* berbasis *QSH* yang dapat melatih keterampilan berpikir kritis melalui beberapa indikator. Langkah-langkah metode *mind mapping* berbasis *QSH,* yaitu (1) Orientasi dan pemberian stimulus, (2) Penggalian Pertanyaan *(QSH),* (3) Penyusunan *mind mapping* dan eksplorasi, (4) Presentasi dan diskusi, (5) Refleksi dan Evaluasi.

Metode *mind mapping* berbasis *QSH* yang diterapkan di kelas eksperimen menyatakan keterampilan berpikir kritis lebih tinggi daripada kelas kontrol. Peningkatan ini disebabkan penerapan metode *mind mapping* yang membantu siswa membangun pengetahuan secara terstruktur, sehingga meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi pelajaran. Untuk mamahami suatu konsep, siswa harus terlebih dahulu memperoleh informasi yang diperlukan. Metode ini mendorong siswa untuk berlatih menggunakan kata kunci. Untuk menyusun kata kunci menjadi kalimat yang bermakna, siswa harus terlebih dahulu memproses informasi yang relavan. Aktivitas kognitif ini dapat mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis (Rosheila & Febriani, 2024). Selain itu, pembelajaran *QSH* diterapkan untuk mengeksplorasi keinginan dan harapan siswa sebagai dasar dalam mengoptimalkan potensi mereka. *QSH* mendorong partisipasi siswa melalui respon tertulis. Ernawati et al (2021), mengemukakan

bahwa pembelajaran *QSH* mampu membantu siswa memahami konsep. Hal ini dikarenakan pada pembelajaran tersebut memungkinkan siswa untuk membuat beberapa pertanyaan tentang topik yang belum mereka pahami. *QSH* sangat efektif digunakan terutama bagi siswa yang kurang percaya diri untuk mengungkapkan pertanyaan secara lisan.

Langkah pertama metode *mind mapping* berbasis *QSH* yaitu orientasi dan pemberian stimulus. Tahap ini guru menjelaskan tujuan pembelajaran lalu memberikan stimulus atau apersepsi dengan memberikan kasus mengenai materi bioteknologi seperti menampilkan kasus seseorang pengusaha tempe yang mengalami kegagalan saat memproduksi tempe. Kemudian siswa diajak supaya bisa menjawab mengenai permasalahan dalam pembuatan tempe yang gagal produksi. Kegiatan ini mampu memancing siswa untuk berpikir secara kritis yang berkaitan dengan indikator memberikan penjelasan sederhana.

Langkah kedua yaitu penggalian pertanyaan *(QSH).* Tahap ini guru menugaskan siswa secara individu untuk menuliskan pertanyaan mengenai topik yang dibahas pada kartu yang kosong yang disediakan tanpa diberi identitas. Kegiatan ini mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hal ini selaras dengan pendapat Vianata (2012) yang mengemukakan pembelajaran *QSH* mampu menciptakan keaktifan siswa yang lebih tinggi dalam pembelajaran. Hal ini sangat efektif membantu siswa dalam mengembangkan pengetahuan dan pemahaman konsepnya serta kemampuan berpikir terutama berpikir kritis pada indikator membangun keterampilan dasar.

Langkah ketiga yaitu penyusunan *mind mapping* dan eksplorasi. Tahap ini guru menugaskan siswa untuk membuat peta konsep atau *mind map* bersama dengan kelompoknya yang telah dibentuk sebelumnya. *Mind map* tersebut memuat pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada kartu. Peta konsep berpusat pada topik utama, lalu

bercabang pada pertanyaan siswa, lalu bercabang lagi pada sub cabang berisi jawaban hasil eksplorasi. Peta konsep dapat dibuat menggunakan warna, simbol atau gambar untuk memperjelas hubungan antargagasan. Guru memberikan arahan dan akses sumber belajar melalui buku, artikel, atau video di internet. Kegiatan ini mampu membangkitkan siswa untuk berpikir kritis. Sesuai dengan pendapat Widdah (2022), yang menyatakan salah satu metode yang dapat diterapkan dalam pembelajaran bertujuan meningkatkan berpikir kritis siswa yaitu metode *mind mapping*. Metode ini mendorong pembelajaran aktif dengan melibatkan keterampilan berpikir siswa untuk menghasilkan ide-ide yang berhubungan dengan materi dan mengaitkan topik dengan kehidupan nyata**.** Selain itu, Nuha (2023), mengemukakan bahwa *mind mapping* mempunyai potensi dalam meningkatkan kemampuan daya ingat siswa, dimana hal ini daya ingat mempunyai keterkaitan dengan kemampuan berpikir kritis. Menurut Li et al, 2024), kemampuan daya ingat menyimpan

informasi secara aktif saat seseorang menghadapi tugas kritis seperti analisis, pemecahan masalah, inferensi logis, dan evaluasi. Sumarwati & Martabatul (2019) menyatakan bahwa metode *mind mapping* dianggap sebagai regulasi metakognitif, strategi informasi yang membantu siswa untuk menarik kesimpulan tentang hubungan antara informasi yang mereka proses untuk menerapkan keterampilan berpikir kritis yang kompleks. Menurut Rosheila & Febriani (2024), penerapan metode *mind mapping* mendorong siswa lebih cepat mengingat materi yang diberikan oleh guru, sehingga dengan proses mereka mengingat dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Siswa yang belajar menggunakan metode *mind mapping* dapat menciptakan pengetahuan secara sistematis untuk meningkatkan penguasaan konsep suatu materi pembelajaran, Metode *mind mapping* menuntun siswa belajar menggunakan kata kunci, untuk menggunakan kata kunci dan merangkainya sebagai sebuah kalimat siswa memerlukan sebuah proses, dimana sebuah

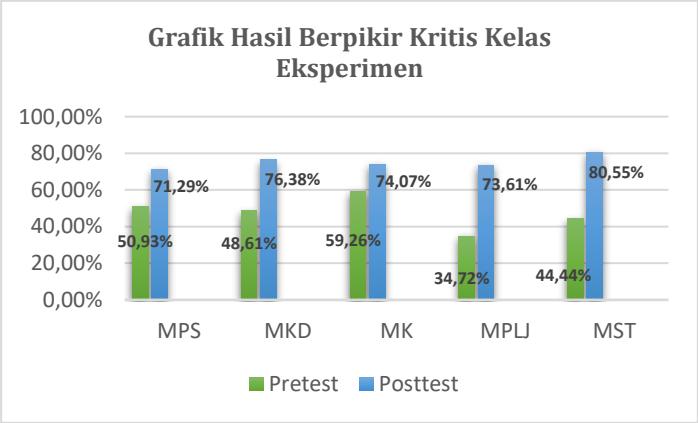
proses pengolahan informasi tersebut akan mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Langkah keempat yaitu presentasi dan diskusi. Pada tahap ini setiap kelompok diminta untuk memaparkan hasil *mind map,* lalu kelompok lain memberikan umpan balik berupa saran dan masukkan. Guru memberikan arahan saat presentasi dan diskusi berlangsung. Kegaiatan ini dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis sebab mereka saling memberikan saran dan masukkan pada kelompok lainnya.

Langkah kelima yaitu refleksi dan evaluasi. Tahap ini guru melakukan refleksi dan evaluasi di akhir kegiatan pembelajaran, yaitu mengulas kembali mengenai apa saja yang sudah dipelajari, pertanyaan siswa yang tersisa, serta keterkaitan topik dalam kehidupan. Selain itu siswa diminta untuk memaparkan kesimpulan hasil kegiatan pembelajaran. Hal ini dapat melatih siswa pada salah satu indikator berpikir kritis yaitu memberikan kesimpulan.

b. Analisis rata-rata nilai berpikir kritis pada masing-masing indikator

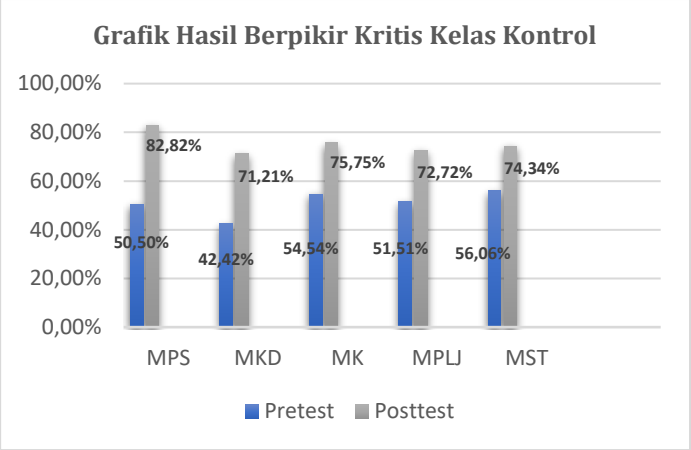
Analisis berpikir kritis kelas eksperimen dalam indikator berpikir kritis termuat pada Gambar 4.3, menunjukkan adanya kenaikan persentase dari nilai *posttes* pada 5 indikator. Nilai indikator memberikan penjelasan sederhana (MPS) pada *pretest* sebesar 50,93% dan nilai *posttest* 71,29%, terdapat peningkatan sebesar 20,36%. Nilai indikator membangun keterampilan dasar (MKD) pada *pretest* sebesar 48,61% dan *posttest* 76,38%, terdapat peningkatan sebesar 27,77%. Nilai indikator memberikan kesimpulan (MK) pada *pretest* sebesar 59,26% dan *posttest* 74,07%, terdapat peningkatan sebesar 14,81%. Nilai indikator memberikan penjelasan lebih lanjut (MPLJ) *pretest* sebesar 34,72% dan *posttest* 73,61%, terdapat peningkatan sebesar 38,89%. Dan nilai indikator mengatur strategi dan taktik (MST) *pretest* sebesar 44,44% dan *posttest* 80,55%, terdapat peningkatan sebesar 36,11%. Rincian perhitungan yang lebih lengkap terdapat di Lampiran 14.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Berpikir Kritis Kelas Eksperimen

Gambar 4.3 menunjukkan adanya perbedaan nilai pada masing-masing persentase indikator berpikir kritis siswa kelas eskperimen. Seluruh indikator tergolong ke dalam kategori tinggi, yaitu indikator mengatur strategi dan taktik (MST) 80,55%, membangun keterampilan dasar (MKD) 76,38%, memberikan kesimpulan (MK) 74,07%, memberikan penjelasan lebih lanjut (MPLJ) 73,61%, dan memberikan penjelasan sederhana (MPS) 71,29%. Berdasarkan data yang hasilkan, dapat dinyatakan bahwa terdapat lima indikator berpikir kritis yang sudah terpenuhi pada siswa kelas eksperimen dalam kemampuan

berpikir kritis. Adapun analisis rata-rata nilai berpikir kritis pada kelas kontrol untuk setiap indikator dapat disimak pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Hasil Berpikir Kritis Kelas Kontrol

Gambar 4.4 menunjukkan adanya peningkatan dan penurunan nilai *posttest* pada semua indikator pada kelas kontrol. Indikator memberikan penjelasan sederhana (MPS) pada *pretest* sebesar 50,50% dan nilai *posttest* 82,82%, terdapat peningkatan sebesar 32,32 %. Nilai indikator membangun keterampilan dasar (MKD) pada *pretest* sebesar 42,42% dan *posttest* 71,21%, terdapat peningkatan sebesar 28,79%. Nilai indikator memberikan kesimpulan (MK) pada

pretest sebesar 54,54% dan *posttest* 75,75%, terdapat peningkatan sebesar 21,21%. Nilai indikator memberikan penjelasan lebih lanjut (MPLJ) *pretest* sebesar 51,51% dan *posttest* 72,72%, terdapat peningkatan sebesar 21,21%. Dan nilai indikator mengatur strategi dan taktik (MST) *pretest* sebesar 56,06% dan *posttest* 74,34%, terdapat peningkatan sebesar 18,28%. Rincian perhitungan yang lebih lengkap terdapat di Lampiran 15.

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil masing-masing persentase indikator berpikir kritis siswa kelas kontrol. Seluruh indikator termasuk ke dalam kategori tinggi, namun total persentase peningkatannya lebih tinggi kelas eksperimen. Hal ini dikarenakan kelas eksperimen telah menerapkan metode pembelajaran *mind mapping* berbasis *QSH*. Indikator memberikan penjelasan sederhana (MPS) 82,82%, memberikan kesimpulan (MK) 75,75%, memberikan penjelasan lebih lanjut (MPLJ) 72,72%, dan membangun keterampilan dasar (MKD) 71,21%.

2. Pengaruh *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dalam Pembelajaran Biologi

a. Sintaks *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif

Analisis data pada Tabel 4.12 menunjukkan signifikansi uji ANCOVA terhadap instrumen berpikir kritis yaitu 0,000 < 0,05, sehingga terdapat pengaruh signifikan pada penggunaan metode *mind mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa. Hal ini disebabkan karena pengaruh dari sintaks atau langkah-langkah metode *mind mapping* berbasis *QSH* yang dapat melatih keterampilan berpikir kreatif melalui beberapa indikator. Langkah-langkah metode *mind mapping* berbasis *QSH,* yaitu (1) Orientasi dan pemberian stimulus, Penggalian Pertanyaan *(QSH),* (3) Penyusunan *mind mapping* dan eksplorasi, (4) Presentasi dan diskusi, (5) Refleksi dan Evaluasi.

Metode *mind mapping* berbasis *QSH* yang diterapkan di kelas eksperimen menyatakan keterampilan berpikir kreatif lebih tinggi

daripada kelas kontrol. Hal ini dikarenakan indikator keluwesan *(flexibility)* dengan bentuk cabang yang dibuat pada hasil pembuatan *mind mapping.* Pada pembuatan *mind mapping* juga melatih kemampuan pada indikator berpikir kreatif yakni keaslian *(orginality)* yang dapat dilihat berdasarkan keunikan *mind map* yang dibuat oleh siswa (Sulistiowati & Mitarlis, 2021). Selain itu, pembelajaran *QSH* mampu melibatkan seluruh siswa supaya berperan aktif dan memahami topik yang belum dimengerti (Safitri & Sukoco, 2017).

Langkah pertama metode *mind mapping* berbasis *QSH* yaitu orientasi dan pemberian stimulus. Tahap ini guru menjelaskan tujuan pembelajaran lalu memberikan stimulus atau apersepsi dengan memberikan kasus mengenai materi bioteknologi seperti menampilkan kasus seseorang pengusaha tempe yang mengalami kegagalan saat memproduksi tempe. Kemudian siswa diajak supaya bisa menjawab mengenai permasalahan dalam pembuatan tempe yang gagal produksi. Hal ini melatih keterampilan

berpikir kreatif sesuai dengan indikator keluwesan *(flexibility).*

Langkah kedua yaitu penggalian pertanyaan *(QSH).* Tahap ini guru meminta siswa secara individu membuat pertanyaan mengenai materi yang dibahas pada kartu kosong yang disediakan tanpa diberi identitas. Kegiatan ini mampu melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Hal ini selaras dengan pendapat Shadily (2018) yang mengatakan bahwa salah satu strategi pembelajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan keaktifan siswa khususnya aktif dalam bertanya yaitu dengan menerapkan pembelajaran *QSH* dengan strategi penghasil pertanyaan.

Langkah ketiga yaitu penyusunan *mind mapping* dan eksplorasi. Tahap ini guru menugaskan siswa untuk membuat peta konsep atau *mind map* bersama dengan kelompoknya yang telah dibentuk sebelumnya. *Mind map* tersebut memuat pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada kartu. Peta konsep berpusat pada topik utama, lalu bercabang pada pertanyaan siswa, lalu

bercabang lagi pada sub cabang berisi jawaban hasil eksplorasi. Peta konsep dapat dibuat menggunakan warna, simbol atau gambar untuk memperjelas hubungan antargagasan. Guru memberikan arahan dan akses sumber belajar melalui buku, artikel, atau video di internet. Kegiatan ini mampu membangkitkan siswa untuk berpikir kreatif. Sesuai dengan penelitian Mitarlis & Maulidy (2022), menyatakan metode *mind mapping* dapat melatih keterampilan berpikir kreatif khususnya pada indikator kelancaran *(fluency)* sebab siswa mampu menuangkan idenya dengan menemukan gagasan utama dan beberapa kata kunci dalam pembuatan peta konsep. Pratama et al, (2024), menyatakan bahwa pembelajaran melalui metode *mind mapping* menempatkan seluruh siswa dalam serangkaian langkah-langkah yang mendorong keterlibatan individual dalam proses berpikir kreatif mengenai materi pembelajaran dan rencana pribadi. Keselarasan dengan pernyataan yang menggambarkan mind

mapping sebagai cara baru yang cepat, ampuh, dan membantu menghasilkan catatan menarik.

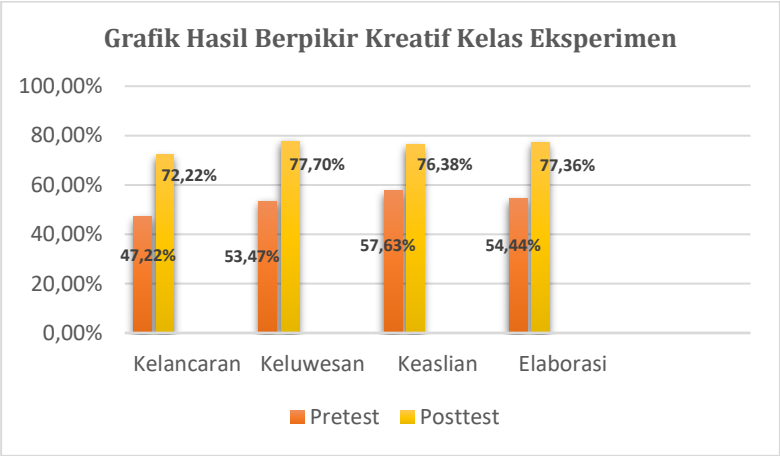
Langkah keempat yaitu presentasi dan diskusi. Tahap ini setiap kelompok diminta untuk memaparkan hasil *mind map,* lalu kelompok lain memberikan umpan balik berupa saran dan masukkan. Guru memberikan arahan saat presentasi dan diskusi berlangsung.

Langkah kelima yaitu refleksi dan evaluasi. Tahap ini guru melakukan refleksi dan evaluasi diakhir kegiatan pembelajaran, yaitu mengulas kembali mengenai apa saja yang sudah dipelajari, pertanyaan siswa yang tersisa, serta keterkaitan topik dalam kehidupan. Selain itu siswa diminta untuk memaparkan kesimpulan hasil kegiatan pembelajaran.

b. Analisis rata-rata nilai berpikir kreatif pada masing-masing indikator

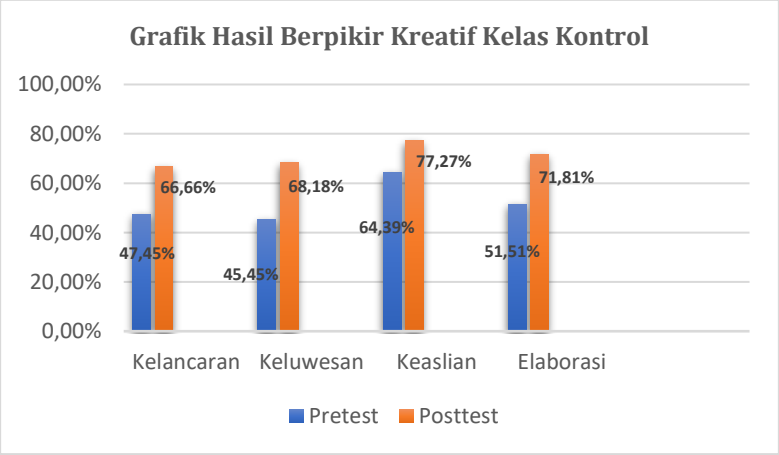
Hasil analisis nilai berpikir kreatif siswa kelas eksperimen terhadap indikator dapat disimak pada Gambar 4.5, yang menunjukkan adanya peningkatan persentase dari nilai *posttest* pada empat indikator. Nilai

indikator kelancaran *(fluency)* pada *pretest* sebesar 47,22% dan nilai *posttest* 72,22%, terdapat peningkatan sebesar 25%. Nilai indikator keluwesan *(flexibility)* pada *pretest* sebesar 53,47% dan *posttest* 77,70%, terdapat peningkatan sebesar 24,23%. Nilai indikator keaslian *(originality)* pada *pretest* sebesar 57,63% dan *posttest* 76,38%, terdapat peningkatan sebesar 18,75%. Dan nilai indikator elaborasi *(elaboration)* *pretest* sebesar 54,44% dan *posttest* 77,36%, terdapat peningkatan sebesar 22,92%. Rincian perhitungan yang lebih lengkap terdapat di Lampiran 29.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen

Gambar 4.5, yang menunjukkan adanya perbedaan hasil persentase pada seluruh indikator berpikir kreatif siswa. Seluruh indikator termasuk ke dalam kategori tinggi, yaitu indikator kelancaran (77,22%), indikator keluwesan (77,70%), indikator keaslian (76,38), dan indikator elaborasi (77,36). Berdasarkan data yang diperoleh, maka dapat diketahui terdapat empat indikator berpikir kreatif yang sudah terpenuhi pada siswa kelas eksperimen dalam kemampuan berpikir kreatif. Adapun analisis rata-rata nilai berpikir kreatif pada kelas kontrol untuk seluruh indikatornya dapat disimak pada Gambar 2.7.



Gambar 4.6 Grafik Hasil Berpikir Kreatif Kelas Kontrol

Gambar 4.6, yang menyatakan adanya peningkatan dan penurunan persentase dari nilai *posttest* pada empat indikator di kelas kontrol. Nilai indikator kelancaran *(fluency)* pada *pretest* sebesar 47,45% dan *posttest* 66,66%, terdapat peningkatan sebesar 19,21%. Nilai indikator keluwesan *(flexibility)* pada *pretest* sebesar 45,45% dan *posttest* 68,18%, terdapat peningkatan sebesar 22,73%. Nilai indikator keaslian *(originality)* dalam *pretest* sebesar 64,39% dan *posttest* 77,27%, terdapat peningkatan sebesar 12,88%. Dan nilai indikator elaborasi *(elaboration) pretest* sebesar 51,51% dan *posttest* 71,81%, terdapat peningkatan sebesar 20,30%. Rincian perhitungan yang lebih lengkap terdapat di Lampiran 30.

Gambar 4.6. Menunjukkan bahwa adanya perbedaan nilai pada setiap persentase indikator berpikir kreatif siswa. Indikator dengan kategori tinggi yaitu indikator keaslian (77,27%) dan indikator elaborasi (71,81%), sedangkan indikator dengan kategori sedang yaitu pada indikator keluwesan (61,18%) dan kelancaran (66,66%).

D. Keterbatasan Penelitian

1. Keterbatasan Objek

Penelitian ini dilaksanakan dengan terbatas oleh objek penelitian yakni siswa kelas X-1 dan X-2 SMA Negeri 16 Semarang dengan total 69 siswa, yakni kelas X-1 sebanyak 33 siswa dan kelas X-2 sebanyak 36 siswa.

2. Keterbatasan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada waktu menjelang asesmen akhir, sehingga peneliti kesulitan untuk mengkondisikan siswa. Hal tersebut mengakibatkan proses pembelajaran kurang efisien.

BAB V
KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Sesuai hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* berpengaruh secara signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa kelas X pada materi Bioteknologi di SMA N 16 Semarang. Hal ini dibuktikan oleh nilai uji ancova berpikir kritis yaitu dengan signifikansi 0,002 artinya H_{11} diterima.
2. Metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* berpengaruh secara signifikan terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X pada materi Bioteknologi di SMA N 16 Semarang. Hal ini dibuktikan dengan oleh nilai uji ancova berpikir kreatif yaitu dengan signifikansi 0,000 artinya H_{12} diterima.

B. Saran

Sesuai hasil penelitian yang dilakukan, maka diajukan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Guru dan peneliti yang akan menggunakan metode *Mind Mapping* berbasis *QSH* harus menguasai

materi, membimbing dan mengarahkan secara jelas, serta diterapkan dengan menambah waktu tatap muka supaya penerapan metode *Mind Mapping* berbasis *QSH* dapat melatih keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa.

2. Guru dan peneliti dapat melanjutkan penelitian "Pengaruh metode pembelajaran *Mind Mapping* berbasis *QSH* terhadap keterampilan berpikir kritis dan kreatif" dengan menambahkan penggunaan media dalam pelaksanaan pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

Afiati, F. (2013). Karakteristik Keju Lunak Hasil Fermentasi dengan Bakteri Asam Laktat Indegenus. Bogor: Institute Pertanian BogorAfrizon, Renol dkk. (2012). "Peningkatan Prilaku Berkarakter dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX MTsN Model Padang pada Mata Pelajaran Ipa-Fisika Menggunakan Model Problem Based Instruction". *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika, 1(1): 1-16.*

Agustina, H & Abidin, Z. (2022) Model Pembelajaran Yang Dapat Menumbuhkan Sikap Berpikir Kritis Pada Siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan 8, no. July : 153–59.*

Anuraga, G., Indrasetianingsih, A. & Athoillah, M. (2021). Pelatihan Pengujian Hipotesis Statistika Dasar dengan Software R. *Jurnal Budimas, 3, 327–334.*

Aprinawati, I. (2018) Penggunaan Model Peta Pikiran (Mind Mapping) Untuk Meningkatkan Pemahaman Membaca Wacana Siswa Sekolah Dasar', *Jurnal Basicedu, 2.1 (2018), 140–47* https://doi.org/10.31004/basicedu.v2i1.35

Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik.* Rineka Cipta.

Ariyanto, S. R., Lestari, I. W. P., Hasanah, S. U., Rahmah, L., & Purwanto, D. V. (2020). Problem Based Learning dan Argumentation Sebagai Solusi dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMK. Jurnal Kependidikan: *Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran, 6(2).* https://doi.org/10.33394/jk.v6i2.2522.

Astawa, D. N. W. (2019). Influence Of Mind Mapping Method Implementation On Learning Results Social Science Is Required From Students Interest. *International*

Research Journal Of Management, It & Social Sciences, 6(3), 94–100.

Astawan, M. (2009). *Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-Bijian*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Aswita & Dian. (2022) *Pendidikan Literasi: Memenuhi Kecakapan Abad 21*, Yogyakarta: Penerbit K-Media.

Azzahra, Utami. (2022). "Pengaruh Lama Fermentasi dalam Pembuatan Tapai Singkong (Manihot utilissima)". *Jurnal Prosemnasbio. Vol. 2. No. 2.*

Batubara, A. E., Hasruddin, R. Mulyana. (2016). Pengaruh Strategi Pembelajaran Inkuiri dan Discovery terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Biologi Siswa pada Topik Bioteknologi di MAN I Padangsidimpuan. *Jurnal Pendidikan Biologi. 5(2): 74-81.*

Bisri, B. H. (2023). *Analisis Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Menggunakan Metode Mind Mapping Pada Siswa Kelas V Madrasah Ibtidaiyyyah Tarbiyatul Athfal Cakung Timut".* Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.

Budiyanto, M. A. K. (2016). *Sintaks 45 Metode Pembelajaran dalam Student Centered Learning.* Malang: UMM Press.

Buzan, T. (2005). *Buku Pintar Mind Map*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Buzan, T. (2007). *Buku Pintar Mind Map.* Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Buzan, T. (2008). *The Mind Map Book: Unlock your creativity, boost your memory, change your life*. BBC Active.

Buzan, T. (2018). *Mind Map Mastery: The Complete Guide to Learning and Using the Most Powerful Thinking Tool in the Universe,* Watkins Media Limited.

Buzan, T. (2020). *The Mind Map Book: Unlock your creativity, boost your memory, change your life*. BBC Active.

Christensen, L. B., Johnson, R. B., & Turner, L. A. (2015). *Research Methods, Design, and Analysis (Twelfth).* Edinburgh Gate: Pearson Education Limited.

Creswel, J. W. (2017). *Research Design: Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran.* Yogyakarta: PUSTAKA PELAJAR.

Daniatur, A. (2023). *Kualitas Kimia Yoghurt Susu Sapi Dengan Penambahan Stabilizer Pati TALAS PUTIH (Colocasia esculenta (l.) schott).* Bandar Lampung: Unversitas Lampung.

Desmita. (2016). *Psikologi Perkembangan*, Bandung: Remaja Rosdakarya.

Desmita. (2017). *Psikologi Perkembangan Siswa*, Bandung: Remaja Rosdakarya.

Djamarah, S. B. & Zain, A. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Rineka Cipta, 2010.

Ennis, R. H. (2011). *The Nature Of Critical Thinking : An Outline Of Critical Thinking Dispositions.* Revisied Version In Sixth International Conference On Thinking At Mit, Cambrigde, Ma, 1–8.

Ernawati, Ramdani, & Muharram. (2021). Pengaruh Metode Question Student Have (QSH) dalam Model Pencapaian Konsep Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMAN 1 Sinjai Timur (Studi Pokok Kesetimbangan Ion dalam Larutan Garam). *ChemEdu: Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia, 2 (3): 54-63.*

Fakhri. (2021). *Metode Penelitian Purposive Sampling*. 2021, 32–41.

Febrinata, T. (2014). *Analisis Penelitian Kuantitatif.* 1994, 2013–2015.

Feldhusen, J. F., & Goh, B. (2021). *Creative Problem Solving and Thinking Skills for Success*. Pearson.

Fisher, A. (2020). *Critical Thinking: An Introduction*. Cambridge University Press.

Guilford, J. P. (1973). Characteristics of Creativity. ERIC: Institute of Education Sciences.

Gunawan, I. (2016). *Pengantar Statistika Inferensial.* PT. Raja Grafindo Persada

Haerunisa, et al. (2021). Analisis Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa Dalam Menyelesaikan Soal HOTS Tema Air Dan Pelestarian Lingkungan', Edumaspul: *Jurnal, 5 (1): 299–308* https://ummaspul.e-journal.id/maspuljr/article/view/1199

Hanifah, N. (2014). Comparison of Difficulty Level, Item 106 Discrimination, and Reliability between Regular MultipleChoice and Multiple-Association Multiple-Choice Test Forms in Economics Subject. SOSIO E-KONS, *6(1), 41–55.*

Harris, C. (2021). Mind Mapping as a Tool for Enhancing Creativity and Critical Thinking in Education. Journal of Educational Psychology, *113(4), 376-391.*

Herdin. (2017). *7 Rahasia Mind Map-Membuat anak Genius,* Elex Media Komputindo.

Irnaningtyas & Sagita, S. (2022). *IPA Biologi Untuk SMA/MA Kelas X Kurikulum Merdeka*. Jakarta : Erlangga.

Isnawan, M. G. (2020). *Kuasi Eksperimen.* Nusa Tenggara Barat: Nashir Al-Kutub Indonesia.

Jamsari. (2007). *Rekayasa Genetika: untuk Analisis Genom dan Produksi Organisme Transgenik*. Pekanbaru: Unri Press.

Kamalia, N. A., & Ruli, R. M. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Smp Pada Materi Bangun Datar', *Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika (JES-MAT), 8 (2): 117–32* https://doi.org/10.25134/jes-mat.v8i2.5609

Karim, A. (2018). Efektivitas Penggunaan Metode Mind Map PadaPelatihan Pengembangan Penguasaan Materi Pembelajaran". IJTIMAIYA: *Journal of Social Science Teaching,1.1*https://doi.org/10.21043/ji.v1i1.3098

Kastner, L. (2021). The Role of Mind Mapping in Enhancing Critical Thinking in Higher Education. Journal of Educational Psychology, *113(3), 402-417.*

Khairani, F., Andriyanim R., & Ermawati. (2024). "Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif *Mind Mapping* pada

Muatan IPA dalam Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa," *Jurnal Tahsinia, 5 (2) : 228–40.*

Kristalara, S. (2023). Penerapan Metode Pembelajaran Mind Map pada Mata Pelajaran Fikih untuk meningkatkan Kemampuan Critical Thinking pada Siswa Kelas XI MIA 3 MAN C Kota Parepare. *Skripsi. Parapare: IAIN Parepare.*

Kusumaningtias, A., S. Zubaidah, S.E. Indriwati. (2013). Pengaruh Problem Based Learning Dipadu Strategi Numbered Heads Together terhadap Kemampuan Metakognitif, Berpikir Kritis, dan Kognitif Biologi. *Jurnal Penelitian Kependidikan Tahun 23 Nomor 1. 33-47.*

Li, S., Wang, Z. & Sun, Y. (2024). Relationship between Thinking Dispositions, Working Memory, and Critical Thinking Ability in Adolescents: A Longitudinal Cross-Lagged Analysis. *Journal of Intelligence, 12 (52).*

Lubis, N. S., Deliyanti, Y., & Hutajulu, M. A. A.(2023). Analisis Uji Persyaratan Statistika Parametrik terhadap Analisis Pertumbuhan dan Kepadatan Penduduk. *Jurnal Bakti Sosial, 2(2) : 134-143.*

Majid, A. (2012). *Belajar dan Pembelajaran Pendidikan Agama Islam.* Bandung: Remaja Rosdakarya.

Mardiana. (2020), Pengaruh Penerapan Metode Giving Question and Getting Answer dengan Question Student Have Terhadap Berpikir Kreatif dan Aktivitas Siswa Kelas X di SMA Muhammadiyah 1 Pontianak. *Skripsi. Pontianak: Universitas Muhammadiyah Pontianak.*

May, A. (2012). *Pengembangan Pemikiran Filsafat Pendidikan Islam*. Pekanbaru: Suska Press.

Mitarlis & Maulidy, G. M. (2022). Implementasi LKPD Berorientasi Mind Mapping Pada Materi Redoks untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *UNESA Journal of Chemical Education, 11 (3), 177-186.*

Muchtadi, et al. (2010). *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan.* Bogor: Alfabeta.

Nuha, A, W, H. (2023). Pengaruh Metode *Mind Mapping* terhadap Daya Ingat Siswa Materi Nilai-Nilai Pancasila Kelas IV di MI Taufiqiyah Semarang Tahun Ajaran 2023/2024. *Skripsi. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo.*

Parilian, A. A. (2021). Pengaruh Strategi Question Student Have (QSH) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Penguasaan Konsep Siswa. *Skripsi. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan.*

Pratama, A. R., Aprison, W., Wati, S., Ismantir, M., & Irsyad, W. (2024). Pengaruh Mind Mapping Terhadap Berfikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. Jurnal Bimbingan dan konseling r-Rahman, 10 (1) : 158-170.

Pratiwi, D. A., Maryati, S., Suharno, & Bambang, S. (2017). *Biologi.* Jakarta: Erlangga.

Putu, G. D. A. dkk. (2018). "Strategi Pengembangan Wine Toutism di Kabupaten Buleleng-Bali". *Jurnal IPTA. Vol. 6.No. 1.*

Rahayu, A. P. (2021). Penggunaan Mind Mapping Dari Perspektif Tony Buzan Dalam Proses Pembelajaran," *JURNAL PARADIGMA 11.*

Rahmayani., Palennari, M., & Rachmawaty. (2021). Pengaruh Sumber Belajar Biologi Berbasis E-Book Terhadap Regulasi Diri Peserta Didik SMA pada Materi Plantae. *Indonesian Journal Of Educational Science (IJES), 04, 51–59.*

Riduwan. (2010). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian.* Alfabeta

Rogers, J., & Reversz, An. (2005). *Experimental and Quasi-Experimental Designs. In The Routledge Handbook of Research Methods in Applied Linguistics* (pp. 1–11).

Rosheila, P. & Febriani, E. A. (2024). Pengaruh Metode Mind Mapping Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Sosiologi Kelas XI SMA N 1 Kecamatan Guguak. *Journal of Education & Pedagogy, 3(3), 283-290.*

Rotty, V. N. J. (2023). *Kreativitas, Inovasi dan Motivasi Belajar.* Klaten: Lakeisha.

Safitri, N., & Sukoco, H. (2017). Pengaruh Penerapan Strategi Active Learning Tipe *Question Student Have* Terhadap Keaktifan Dan Prestasi BelajarMatematika Pada Siswa Kelas VII SMP Sultan Agung Seyegan. *PYTHAGORAS, 6 (1), 67-77.*

Safitri, R. R., Atrup, A., & Hanggara, G. S. (2018). Problem Solving dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMK. *Nusantara of Research : Jurnal Hasil-Hasil Penelitian Universitas Nusantara PGRI Kediri, 5(2).* https://doi.org/10.29407/nor.v5i2.13079.

Sagala, S. (2017). *Konsep dan Makna Pembelajaran untuk Membantu Memecahkan Problematika Belajar dan Mengajar,* Bandung: Alfabeta.

Sakirah, R. L. (2023). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS TIKTOK PADA MATERI BIOTEKNOLOGI DI SMPN 1 TRUMON TIMUR. *Skripsi. Banda Aceh: UIN AR-RANIRY.*

Sari, R. A., & Murdiono, M. (2019). The Effect Of Mind Mapping Learning Method On Critical And Creative Thinking Ability. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Dan Hukum*, 8(4), 385–391.

Sari, A. D., & Setiawan, A. (2021). Critical Thinking and Creativity in Educational Contexts: Recent Trends and Developments. *Journal of Educational Development, 15(3), 35-47.*

Shadily, M., W., Abdullah, T., & Nurasiah. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Question Student Have* Dengan Strategi Penghasil Pertanyaan Terhadap Prestasi Belajar Sejarah Siswa Kelas XI SMA Negeri 6 Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahaiswa (JIM) Jurusan Pendidikan Sejarah FKIP Unsyiah, (3), (2), 45-54.*

Sianturi, R. (2022). Uji Homogenitas Sebagai Syarat Pengujian Analisis. *Jurnal Pendidikan, Sains Sosial, Dan Agama,*

8(1), 386–397. Https://Doi.Org/10.53565/Pssa.V8i1.507.

Sihotang, K. (2019). *Berpikir Kritis Kecakapan Hidup di Era Digital Edisi Revisi*, Yogyakarta: Kanisius.

Silberman, M. (2013). *Pembelajaran Aktif: 101 Strategi untuk Mengajar Secara Aktif.* Jakarta: PT Indeks.

Simanjuntak, H. G., Bachri, B. S., & Mauren, I. Y. (2024). Pengaruh Case Based Learning menggunakan Cisco Packet Tracer terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas XI di SMAK Untung Suropati Krian. EDUKASIA: *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran, 5 (1).*

Siregar, R. L. (2021). Memahami Tentang Model, Strategi, Metode, Pendekatan, Teknik, dan Taktik. *Jurnal Pendidikan Islam 10 (1).*

Sitepu, A. S. M. B. R. (2019). *Pengembangan Kreativitas Siswa.*

Smith, T. D., & Allen, M. P. (2023). "Comparing Group Means with ANCOVA: A Meta-Analysis of Recent Studies." Psychological Methods, 28(3), 351-370.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* Alfabeta.

Sulistianah, A. (2021). Penerapanmetode Pembelajaran Mind Mapping Sebagai Upaya Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Padamata Pelajaran IPA Di SMP Negeri 36 Surabaya. *Jurnal Education And Development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan, 9(2), 249–254.*

Sulistiowati, E., & Mitarlis. 2021. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan Strategi *Mind Mapping* untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Redoks Kelas X. *UNESA Journal of Chemical Education., Vol 10, No 2, pp. 185-194.*

Sumarsih, E., Jofrishal, & Nurhafidhah. (2020). Penerapan Strategi *Question Student Have* Berbantuan Media Kartu untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan, 1 (1), 162-166*.

Sumarwati, S., & Martabatul, S. (2019). Membuat Peta Pikiran Pada Kegiatan Prabaca Untuk Mengidentifikasi Ide

Pokok Dan Menyimpulkan Isi Teks Berita Melalui Collaborative Action Research. *Basastra: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya, 7(1), 137.*

Sunarti, I., & Ristiani, N. (2018). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Solving Berbasis Mind Mapping Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa (Studi Eksperimen Pada Siswa Kelas Viii Mata Pelajaran Ips Terpadu Di SMP Negeri 1 Kuningan). Equilibrium: *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Ekonomi,* Https://Doi.Org/10.25134/Equi.V15i01.1037

Supardi. (2012). Peran Berpikir Kreatif Dalam Proses Pembelajaran Matematika. Jurnal Formatif, 2(3): 248–262.

Susanto, A. (2014). Perkembangan Anak Usia Dini: Pengantar dalam Berbagai Aspeknya. Jakarta: Kencana.

Sutanto, P. (2017). *Panduan Pengembangan Pembelajaran Aktif.* Jakarta: Direktorat.

Suyanto & Djihad, A. (2012). *Bagaimana Menjadi Calon Guru dan Guru Profesional.* Yogyakarta: Multi Pressindo.

Syahputri, N. R., & Murdiono, M. (2022). The Impact Of Digital-Based Mind Map On Creative Thinking Skills In Civic Education Learning. *Jpi (Jurnal Pendidikan Indonesia), 11(1), 78–85.* Https://Doi.Org/10.23887/JpiUndiksha.V11i1.34154

Syam, N., & Ramlah, R. (2015). "Penerapan Model Pembelajaran Mind Mapping Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial Siswa Kelas Iv Sdn 54 Kota Parepare." *Publikasi Pendidikan 5, no. 3.* https://doi.org/10.26858/publikan.v5i3.1612

Taha, I. (2022). "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika," *Matrix : Jurnal Pendidikan Matematika 1(1): 25–35.*

Tasnim. (2021). *Persepsi Masyarakat tentang Vaksin COVID-19 di Wilayah Provinsi Sulawesi Tenggara*. Kendari: Yayasan Kita Menulis.

Teni, & Yudiyanto, A. (2021). Pengaruh Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP Negeri 2 Kedokan Bunder Kabupaten Indramayu. *Jurnal Pendidikan Indonesia, 2(1), 105–117.*

Vianata. (2012). Pengaruh Model Pembelajaran Question Student Have Terhadap Hasil Belajar IPS Sejarah Siswa. *Indonesia Journal of History Education, 1 (1).*

Widyantini, G. A. P. Y. (2023). Pengaruh Model Project Based Learning Berorientasi Penguatan Profil Pelajar Pancasila terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif dan Motivasi Berprestasi Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan MIPA, 13(1), 243-250.*

Wiliwanto, W., Bernard, M., Akbar, P., & Sugandi, A. I. (2019). Penerapan Strategi Pembelajaran Aktif Question Student Have untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematik Siswa SMK. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 3 (1), 136-145.*

Winarno, F. G. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Wulandari, R. W. & Anggis, E. V. (2020). Pembelajaran Kooperatif Dengan Kegiatan Tebak Kata untuk Meningkatkan Keaktifan Peserta Didik di Kelas. *SITTAH: Jurnal of Primary Education, 1 (2).*

Yilmaz, K. (2020). "The Role of Questioning Techniques in Teaching." *Journal of Education and Practice, 11 (14), 121-126.*

Yusal, M. S. 2021. *Bioteknologi konvensional II (Hibridasi dan Fermentasi).* Widina Bhakti Persada. Bandung.

Zhang, D. Wang, T. E., & Li, Y. (2022). *Personalized Learning in a Digital Age: A Practical Guide*. Technology, Pedagogy and Education.

Zubaidah, S., et al. (2018). *Ilmu Pengetahuan Alam.* Balitbang: Kemendikbud.

Zulfikar, R., Sari, F. P., Fatmayati, A., Wandini, K., Haryati, T., Sri, J.,, Nurjanah, Annisa, S., Kusumawardhani, O. B., Mutiah, R., Linggi, A. I., & Fadilah, H. (2024). *METODE*

PENELITIAN KUANTITATIF (TEORI, METODE DAN PRAKTIK. Bandung: Widina Media Utama.

Zusnani, Ida dan Ali Murti. "Strategi Pembelajaran Aktif Question Student Have (QSH) pada Mata Pelajaran Fiqh di MTs Negeri 9 Bantul." *Jurnal Majalah Ilmiah Laboratorium Pendidikan, 5 (1).*

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Pra-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.138/Un.10.8/K/SP.01.08/01/2025
Lamp : -
Hal : Permohonan Izin Observasi Pra Riset dan Wawancara

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 16 Semarang
Jl. Raya Ngadirgo, Mijen, Kota Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka memenuhi tugas akhir Fakultas Sains dan Teknologi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama	: **NOVITA NURHIDAYAH**
NIM	2108086163
Jurusan	: PENDIDIKAN BIOLOGI
Semester	: VII (Tujuh)

Untuk melaksanakan observasi di Sekolah yang Bapak/Ibu pimpin , Maka kami mohon berkenan diijinkan mahasiswa dimaksud , yang akan dilaksanakan pada 7 Januari 2025.

Data Observasi tersebut diharapkan dapat menjadi bahan kajian (analisis) bagi mahasiswa kami.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 6 Januari 2025
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 : 087895148420

Lampiran 2. Hasil Wawancara dengan Guru Biologi

Lembar Wawancara Pra Riset dengan Guru Biologi SMAN 16 Semarang

1. Identitas Sekolah
   a. Sekolah : SMA N 16 Semarang
   b. Alamat : Jalan Raya Ngadirgo, Mijen, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50213
   c. Hari/Tanggal Pelaksanaan : Rabu, 8 Januari 2024
2. Identitas Narasumber
   a. Nama : Atsni Wahyu Lestari S.Pd.
   b. Jabatan : Guru Mata Pelajaran Biologi

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	**Kurikulum**	
	Kurikulum apa yang diterapkan pada mata pelajaran biologi di sekolah ini?	Kurikulum Merdeka
	Sejak kapan kurikulum merdeka diterapkan di sekolah?	Sejak 2023
2.	**Metode Pembelajaran**	
	Apa saja model atau metode pembelajaran yang digunakan di kelas X pada pembelajaran Biologi?	• *Discovery learning* • *Cooperative Learning* • *Problem Based Learning (PBL)* • *Project Based Learning (PjBL)* • Ceramah • Diskusi
	Selama proses pembelajaran, media apa yang sering digunakan oleh guru?	• *Power Point Text (PPT)* • Modul Ajar
	Apakah dalam pembelajaran biologi, guru pernah memberikan konten	Ya. Hampir setiap pertemuan.

No.	Pertanyaan	Jawaban
	pembelajaran berupa video atau konten lainnya pada siswa?	
	Apakah selama pembelajaran biologi siswa yang antusias menjawab pertanyaan yang diberikan oleh guru?	Ya. Namun masih terdapat kelas yang siswanya mayoritas malu dalam mengajukan dan menjawab pertanyaan, tetapi ketika ditunjuk oleh Guru siswa bia menjawab pertanyaan.
	Apakah dalam pembelajaran biologi siswa aktif berdiskusi dan menyampaikan pendapat?	Ya.
	Apakah guru sudah mengetahui metode pembelajaran *mind mapping*?	Ya. Guru sudah menerapkan metode *mind mapping* di beberapa kelas namun tidak semua kelas dalam pelajaran Biologi.
3.	**Materi Biologi**	
	Materi kelas X semester 2 apa yang Dirasa sulit/kurang menarik bagi siswa?	• Ekosistem • Bioteknologi
	Bagaimana dengan rata-rata hasil belajar siswa di tahun sebelumnya pada materi tersebut?	Rata-rata nilai tinggi siswa pada materi Ekosistem. Sedangkan rata-rata nilai rendah siswa pada materi Bioteknologi. Oleh sebab itu, materi Bioteknologi dianggap siswa lebih sulit daripada materi Ekosistem.
	Materi tersebut ada berapa JP dalam satu minggu?	3 JP
	Berapa menit untuk setiap 1 JP pada materi tersebut?	45 menit
4.	**Keterampilan Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif**	

No.	Pertanyaan	Jawaban
	Menurut ibu, bagaimana tingkat berpikir kritis yang terjadi pada siswa dalam mengikuti pembelajaran biologi di kelas?	Siswa masih memiliki keterampilan berpikir kritis rendah
	Menurut ibu, sejauh mana kemampuan kreativitas siswa dalam mengikuti pembelajaran biologi di kelas?	Kemapuan kreativitas siswa dibangun melalui P5 di sekolah berdasarkan kurikulum merdeka. Namun tingka berpikir kreatif siswa masih tergolong rendah.
	Apakah terdapat siswa yang masih memiliki tingkat berpikir kritis rendah pada saat pembelajaran biologi di kelas? (misalnya saat mengajukan dan menjawab pertanyaan atau saat berdiskusi dengan guru dan siswa lainnya)	Ya
	Apa yang menyebabkan rendahnya tingkat berpikir kritis pada siswa ?	Siswa kurang membaca dan memahami materi pelajaran. Dan terlalu mengandalkan media internet sebagai sumber rujukan.
	Menurut ibu, apakah penting dilakukan pengukuran terkait tingkat berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi?	Ya
	Bagaimana jika metode pembelajaran *mind mapping* diterapkan dalam penelitian ini untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa?	Ya

No.	Pertanyaan	Jawaban
	Bagaimana jika materi biologi yang kurang menarik/sulit bagi siswa diterapkan dalam penelitian ini?	Ya
	Berdasarkan keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif, menurut ibu kelas X mana yang dapat mengikuti penelitian ini? (Karakteristik siswa yang bisa dipertimbangkan misalnya siswa yang memiliki keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif rendah dan dalam satu kelas tersebut siswanya memiliki kemampuan yang seimbang/ homogen)	X-1 dan X-2

Lampiran 3. Hasil Observasi Pembelajaran

Lembar Observasi Pra Riset terhadap Kegiatan Guru dan Siswa di Kelas

1. Identitas Sekolah
   a. Sekolah : SMA N 16 Semarang
   b. Alamat : Jalan Raya Ngadirgo, Mijen, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50213
   c. Hari/Tanggal Pelaksanaan : Rabu, 8 Januari 2024
2. Identitas Narasumber
   a. Nama : Atsni Wahyu Lestari S.Pd.
   b. Jabatan : Guru Mata Pelajaran Biologi

No.	Aspek yang diamati	Hasil pengamatan
1.	**Perangkat Pembelajaran**	
	Buku ajar	Buku ajar yang digunakan dalam pembelajaran biologi berupa buku paket. Satu buku paket diunakan utuk dua siswa
	LKS	LKS dibagikan dari sekolah kepada siswa untuk menunjang kegiatan pembelajaran
	Media Pembelajaran	Media yang digunakan yaitu PPT dan Modul Ajar
2.	**Aktivitas Guru**	
	Pembuka Pembelajaran	Guru membuka pembelajaran dengan salam, presensi siswa, menyampaikan tujuan dari materi yang akan dibahas sekaligus menyampaikan rencana pembelajaran yang akan dilakukan.
	Penyajian Materi	Sebelum guru menyampaikan materi, guru terlebih dahulu mereview kembali materi pertemuan sebelumnya.

No.	Aspek yang diamati	Hasil pengamatan
	Model pembelajaran	Model pembelajaran yang digunakan guru antara lain *Discovery learning, Cooperative Learning, Problem Based Learning (PBL),* dan *Project Based Learning (PjBL).*
	Penggunaan bahasa	Bahasa yang digunakan guru saat mengajar yaitu bahasa Indonesia.
	Pengunaan waktu	Guru mengatur waktu selama pembelajaran berlangsung, misalnya saat menjelaskan, memberi kesempatan kepada siswa untuk bertanya, memberi batasan waktu siswa dalam membentuk kelompok, dan sebagainya.
	Gerak	Guru cenderung duduk saat menjelaskan materi, tetapi ada kalanya guru mengajar sambil berdiri, misalnya saat guru menggambar di papan tulis dan saat meminta siswa untuk membentuk kelompok.
	Teknik bertanya	Setelah menjelaskan materi selanjutnya guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya.
	Menutup Pembelajaran	Guru menutup pembelajaran dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan Kesimpulan terkait materi yang sudah dipelajari, mengingatkan siswa untuk mempelajari materi yang sudah diajarkan dan meminta siswa untuk membaca materi

No.	Aspek yang diamati	Hasil pengamatan
		yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya.
3.	**Aktivitas Siswa**	
	Perilaku siswa di dalam Kelas	Beberapa siswa masih cenderung berbicara dan bercanda dengan teman sebangku saat guru menjelaskan materi.
	Keaktifan siswa	Beberapa siswa masih cenderung tidak berani atau malu saat bertanya kepada guru, menjawab pertanyaan dari guru saat mengajar, maupun dalam bertanya saat teman sedang melakukan presentasi.

Lampiran 4. Pra Riset Keterampilan Berpikir Kritis

Soal Pra Riset Keterampilan Berpikir Kritis

1. Pada proses bioteknologi konvensional bahan baku kacang kedelai yang difermentasikan dapat dibuat berbagai jenis makanan, seperti tauco, tempe, dan kecap. Hal tersebut dapat terjadi karena…
   A. Jenis mikroba yang berbeda mengekskresikan enzim-enzim yang berbeda
   B. Makin lama proses fermentasi maka jenis makanan yang dihasilkan berbeda
   C. Tempe tidak memerlukan ruang steril, tauco dan kecap memerlukan ruang
   D. Tauco dan kecap difermentasikan oleh bakteri, tempe difermentasikan oleh
   E. Tempe, tauco, dan kecap difermentasikan oleh bakteri yang berbeda
2. Penerapan bioteknologi bagi kehidupan manusia umumnya bermanfaat dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Tetapi dampak negatif yang mungkin timbul adalah hilangnya plasma nutfah yang akan menyebabkan...
   A. punahnya organisme langka
   B. keanekaragaman hayati menurun
   C. berkurangnya daya dukung lingkungan
   D. hilangnya daya dukung lingkungan
   E. biaya rehabilitasi hutan meningkat
3. Dalam jaringan kultur dikenal istilah teori totipotensi yang menyatakan bahwa setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu baru bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai. Individu-individu yang dihasilkan akan mempunyai sifat yang sama bertahan dengan induknya. Cocor bebek (Kalanchoe pinata) maupun ketela pohon (Manihot utilisima) merupakan contoh tanaman yang dapat berkembang biak

secara vegetatif menggunakan bagian tubuhnya (daun atau batang yang mempunyai bintil). Kultur jaringan juga menggunakan prinsip yang sama yaitu perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan. Namun, pada kultur jaringan, tumbuhan yang lengkap dapat diperoleh dari sel maupun jaringan tumbuhan. Selain itu, tidak semua tumbuhan dapat diperbanyak menggunakan daun maupun batang (hanya tumbuhan tertentu saja). Melalui jaringan kultur, semua tumbuhan dapat tumbuh dari jaringan maupun sel pada suatu media buatan. Berdasarkan ulasan di atas, pernyataan umum yang benar adalah…

A. teori totipotensi melandasi teknik kultur jaringan
B. tanaman cocor bebek dan ketela pohon merupakan contoh kultur jaringan
C. ragi yang berperan dalam proses fermentasi tidak dapat berkembang biak dengan baik karena ada oksigen yang masuk
D. tanaman ketela pohon menggunakan batang untuk reproduksi vegetatifnya
E. teori totipotensi juga bisa disebut kultur jaringan

4. Ketika membuat Yoghurt, Pak Made membutuhkan susu sebagai subtrat dan bakteri S. thermophilus atau L. bulgaricus sebagai agen biologi. Namun suatu hari Pak Made tidak bisa mendapatkan bakteri tersebut sehingga diganti oleh bakteri lain. Pak Made merasa sedih karena ternyata tidak mendapatkan produk yang diinginkan. Pak made ingin mengetahui alasan sebenarnya dari hal tersebut agar ia bisa memperbaiki produknya. Menurut Anda, alasan yang paling tepat untuk hal tersebut karena…
   A. mikroorganisme lain tidak teradaptasi untuk memanfaatkan protein yang terkandung dalam susu
   B. tidak semua bakteri dapat memanfaatkan laktosa untuk kemudian melakukan fermentasi

C. tiap mikroorganisme membutuhkan lingkungan yang berbeda-beda untuk dapay bertahan hidup
D. mikroorganisme yang bersifat tahan asam hanya dua jenis bakteri tersebut
E. mikroorganisme lainnya memiliki sifat pertumbuhan yang berbeda dengan S. thermophilus dan L. bulgaricus

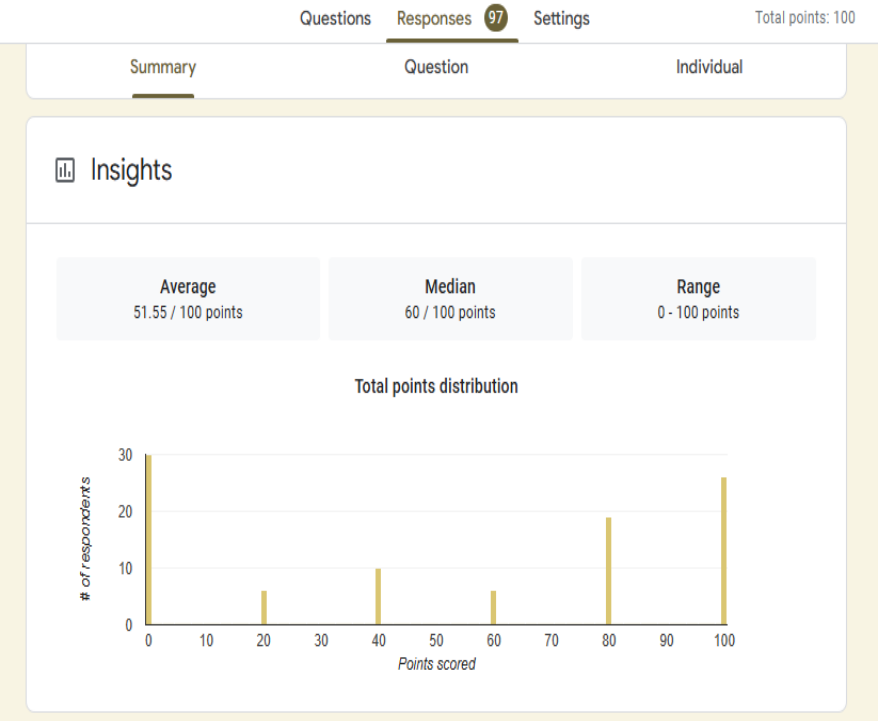
5. Bacalah kutipan berita di bawah ini!
GIANYAR, KOMPAS.com - Limbah tumpahan minyak (oil spill) ditemukan di sepanjang Pantai Saba menuju Pantai Purnama, Kabupaten Gianyar, Bali. Kasus itu kini sedang dalam penyelidikan Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut (BPSPL) Denpasar. Menurut Permana Yudiarso (Kepala BPSPL Denpasar) penelusuran terhadap cairan hitam yang merupakan tumpahan minyak itu bermula dari laporan warga bernama I Ketut Sumastika. Setelah menerima laporan itu, BPSPL Denpasar langsung menerjunkan tim menuju Saba Asri Sea Turtle Conservation untuk berkoordinasi mengumpulkan informasi dan pengambilan sampel
Sumber: https://amp.kompas.com/regional/read/2021/05/27/112944678/tumpahanminyak-cemari-pantai-di-gianyar-bali-dari-mana-asalnya
Tumpahan minyak di lautan dapat menyebabkan terputusnya rantai makanan. Jenis bioteknologi yang dapat diterapkan untuk mengatasi tumpahan minyak tersebut adalah …
A. Hibridoma
B. Bioremediasi
C. Rekombinasi
D. Kloning
E. biosensor

Kunci Jawaban Soal Keterampilan Berpikir Kritis

1. A
2. B
3. A
4. B
5. B

Hasil Jawaban Responden Berpikir Kritis

(Kelas XI-1 dan Kelas XI-2)



Lampiran 5. Pra Riset Keterampilan Berpikir Kreatif

Soal Pra Riset Keterampilan Berpikir Kreatif

1. Penisilin adalah produk bioteknologi yang digunakan sebagai antibiotik dalam mengobati infeksi bakteri. Pembuatan penisilin dilakukan di dalam suatu alat yang bernama fermentor (bioreaktor). Proses yang terjadi dalam bioreaktor pembuatan penisilin adalah…
   A. terjadinya reaksi kimia antara zat makanan dan jamur Penicillium sehingga terbentuk zat penisilin
   B. zat antibiotik penisilin perlu ditambahkan dalam bejana sehingga dapat merangsang jamur untuk memproduksi antibiotik
   C. jamur Penicillium tumbuh subur dalam bejana fermentasi sehingga dapat menghasilkan penisilin
   D. bakteri – bakteri tertentu tumbuh subur dalam bejana fermentasi sehingga menghasilkan penisilin
   E. udara dalam bejana fermentasi menyebabkan makanan dalam bejana tersebut teroksidasi dan membentuk penisilin
2. Suatu perkebunan anggur di Desa Banyupoh membutuhkan tanaman yang memiliki kemampuan atau daya tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Bioteknologi yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah dengan membuat…
   A. kloning dan transfer inti
   B. tanaman transgenik
   C. kultur jaringan
   D. kloning embrio
   E. hibridoma
3. Pasangan suami istri Pak Nyoman dan Bu Wayan tidak dapat menghasilkan keturunan karena sesuatu hal, sementara mereka sangat ingin mempunyai keturunan.

Permasalahan Pak Nyoman dan Bu Wayan dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan…

A. teknik hibridoma
B. fertilisasi invitro
C. transplantasi nucleus
D. DNA rekombinen
E. fusi gen

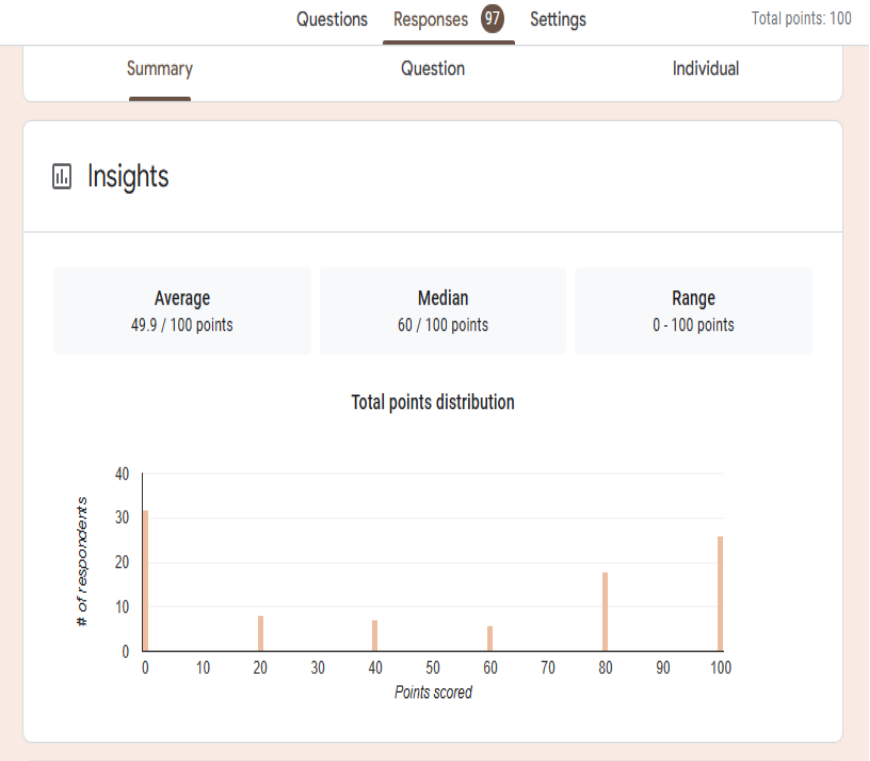
4. Peryataan berikut yang sesuai dengan dampak positif pemanfaatan bioteknologi dalam bidang pangan …
   A. bioremediasi merupakan pemanfaatan mikroba dalam penanggulangan tumpahan minyak di perairan
   B. limbah kedelai tempe sangat baik dibuang di sungai untuk makanan biota air
   C. limbah kedelai tempe sangat baik dibuang di sungai untuk makanan biota air
   D. ditemukannya bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* membantu pemisahan logam besi dari timbal sulfat
   E. ditemukannya bakteri *Lactobacillus bulgaricus* untuk meningkatkan nilai jual kedelai dengan diolah menjadi wine

Kunci Jawaban Soal Keterampilan Berpikir Kritis

1. C
2. B
3. B
4. C

Hasil Jawaban Responden Berpikir Kreatif

(Kelas XI-1 dan Kelas XI-2)



Lampiran 6. Lembar Validasi Soal Berpikir Kritis

LEMBAR VALIDASI

INSTRUMEN SOAL BERPIKIR KRITIS

Nama Validator : Nur Khasanah, S.Pd. M.Kes

NIP : 197511132005012001

Tanggal Pengisian : 30 April 2025

Nama : Novita Nurhidayah

NIM : 2108086163

Judul : Pengaruh *Mind Mapping* berbasis *Question Student Have (QSH)* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari validator terhadap soal tes berpikir kritis. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dengan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

1. Berdasarkan pendapat Bapak/Ibu, berilah penilaian dengan memberi tanda ceklis (✓) pada kolom skor penilaian yang tersedia. Berikut deskripsi kriteria penilaian yang digunakan:
   Ya : Valid
   Tidak : Tidak valid
2. Apabila menurut Bapak/Ibu instrumen tes berpikir kritis ini perlu direvisi, mohon berikan catatan pda kolom yang disediakan guna perbaikan.
3. Kesimpuan hasi validasi secara umum dapat diberikan dengan memberi lingkaran pada keterangan yang sesuai.

C. INSTRUMEN VALIDASI

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
3.10.1 Mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi (C2)	Memberikan penjelasan sederhana	Memusatkan pada pertanyaan	1	Antonie van Leeuwenhoek adalah ilmuwan yang sangat berpengaruh dalam perkembangan bioteknologi. Ia berhasil menemukan sel yang memacu suatu penelitian tentang ... a) Sel tumbuhan dan sel	C	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				hewan b) Sel manusia c) Bakteri, Protista, dan jaringan d) Sel virus pada tumbuhan e) Mitokondria dan ribosom (C2)			
	Memberikan penjelasan sederhana	Menganalisis alasan	8	Bioteknologi adalah cabang ilmu yang memanfaatkan organisme hidup atau bagian dari organisme untuk menghasilkan produk atau proses yang bermanfaat. Berdasarkan definisi ini, manakah alasan berikut yang paling tepat mengapa bioteknologi dianggap penting dalam pengembangan bidang kesehatan bagi manusia?	B	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				a. Bioteknologi hanya mengolah bahan kimia menjadi obat-obatan. b. Bioteknologi dapat memodifikasi genetik organisme untuk menghasilkan obat-obatan dan vaksin yang lebih efisien dan efektif. c. Bioteknologi hanya mengandalkan tanaman sebagai bahan baku obat-obatan. d. Bioteknologi berfokus pada pembuatan mesin medis canggih tanpa menggunakan organisme hidup. e. Bioteknologi dapat menciptakan tanaman yang lebih tahan terhadap hama dan perubahan iklim			

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				(C4)			
3.10.2 Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan (C2)	Membangun keterampilan dasar	Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak	2	Dalam pengembangan tanaman transgenik (tanaman hasil rekayasa genetika), banyak informasi yang beredar di media. Manakah dari sumber informasi berikut yang paling dapat dipercaya untuk memahami manfaat dan risiko tanaman transgenik? a. Forum diskusi online yang tidak menyediakan referensi ilmiah atau bukti yang dapat dipertanggungjawabkan. b. Buku yang diterbitkan oleh lembaga pendidikan terkemuka dan mengutip penelitian peer-reviewed dalam bidang genetika tanaman.	B	✓	

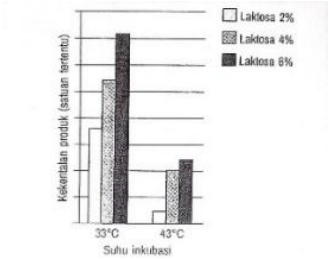
IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				c. Postingan media sosial dari pengguna yang mengklaim bahwa tanaman transgenik berbahaya tanpa bukti ilmiah. d. Artikel berita yang ditulis oleh seorang jurnalis tanpa latar belakang ilmiah yang hanya berdasarkan opini pribadi. e. Video dari saluran YouTube yang tidak mencantumkan sumber atau bukti terkait klaimnya. (C2)			
	Memberikan penjelasan lebih lanjut	Mengidentifikasi asumsi	3	Penggunaan tanaman transgenik dalam pertanian dapat meningkatkan hasil panen dan ketahanan terhadap hama. Namun, ada asumsi bahwa penggunaan	A	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				tanaman transgenik dapat menyebabkan penurunan keragaman hayati dalam ekosistem pertanian. Penjelasan yang lebih lanjut mengenai asumsi bahwa tanaman transgenik dapat menurunkan keragaman hayati adalah ... a. Tanaman transgenik cenderung dominan, sehingga mengalahkan spesies tanaman lokal yang mengurangi keragaman genetik. b. Tanaman transgenik lebih produktif, tetapi tidak mengubah komposisi spesies dalam ekosistem. c. Tanaman transgenik tidak berinteraksi dengan			

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				tanaman asli, sehingga keragaman hayati tetap terjaga. d. Penggunaan tanaman transgenik justru meningkatkan keragaman hayati karena mereka dapat tumbuh di lahan yang lebih luas. e. Tanaman transgenik tidak dapat beradaptasi dengan kondisi alam, sehingga keberadaannya tidak akan memengaruhi keragaman hayati. (C2)			
	Memberikan kesimpulan	Menyusun dan mempertimbangkan deduksi	4	Penerapan bioteknologi dalam kesehatan, seperti penggunaan vaksin rekayasa genetika, menawarkan potensi besar untuk melawan penyakit	A	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				menular. Namun, masyarakat beranggapan bahwa teknologi ini mungkin menimbulkan reaksi imun yang tidak terkontrol atau bahkan menyebabkan dampak jangka panjang yang belum diketahui. Berdasarkan wacana di atas, kesimpulan yang dapat diambil mengenai penerapan vaksin rekayasa genetika yaitu ... a. Vaksin rekayasa genetika memiliki potensi besar untuk melawan penyakit menular, tetapi perlu pengujian lebih lanjut untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya dalam jangka panjang.			

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				b. Vaksin rekayasa genetika selalu aman dan tidak memiliki potensi untuk menimbulkan reaksi imun yang tidak terkontrol. c. Penerapan vaksin rekayasa genetika tidak perlu pengujian lebih lanjut karena efek sampingnya dapat diabaikan jika vaksin ini dapat mengurangi penyakit menular. d. Vaksin rekayasa genetika hanya digunakan untuk penyakit yang sudah sangat parah, sehingga tidak perlu khawatir tentang dampak jangka panjang. e. Meskipun ada risiko, vaksin rekayasa genetika akan lebih bermanfaat bagi masyarakat karena dapat mengatasi			

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				masalah kesehatan secara cepat. (C2)			
	Membangun keterampilan dasar	Mengamati dan menggunakan laporan hasil observasi	6	Perhatikan data hasil percobaan disajikan di bawah ini!  Seorang peneliti menguji pengaruh suhu inkubasi terhadap kekentalan yoghurt yang dihasilkan. Pernyataan yang sesuai dengan percobaan tersebut adalah ...	B	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				a. Variabel terikat penelitian adalah suhu inkubasi b. Kadar laktosa memengaruhi yoghurt yang lebih kental c. Suhu 43^0C menghasilkan yoghurt yang lebih kental d. Variabel bebas penelitian adalah kekentalan yoghurt e. Variabel kontrol penelitian adalah konsentrasi laktosa (C3)			
	Memberikan penjelasan lebih lanjut	Mengidentifikasi asumsi	9	Penggunaan vaksin berbasis rekayasa genetika semakin meluas. Salah satu contoh adalah pengembangan vaksin COVID-19 berbasis mRNA yang dapat dibuat lebih cepat dibanding vaksin konvensional. Pendukung teknologi ini berpendapat bahwa vaksin mRNA adalah	D		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				masa depan dunia medis karena efisien, aman, dan fleksibel terhadap berbagai jenis virus. Namun, kelompok lain tetap meminta kehati-hatian karena belum semua dampak jangka panjang diketahui secara pasti. Asumsi utama dari pendukung vaksin mRNA berdasarkan wacana tersebut adalah … a. Semua vaksin berbasis mRNA tidak perlu melalui uji klinis b. Kecepatan produksi vaksin adalah satu-satunya faktor keberhasilan c. Vaksin mRNA dapat dikembangkan tanpa memperhatikan risiko biologis			

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				d. Vaksin mRNA lebih unggul karena dapat merespons virus baru dengan cepat e. Semua orang wajib menggunakan vaksin mRNA tanpa pengecualian (C4)			
	Memberikan penjelasan sederhana	Menganalisis alasan	10	Perhatikan gambar di bawah ini!  Sumber: https://encr.pw/fXTld Ketika memotong roti panggang, akan terlihat lubang-lubang kecil seperti pada gambar. Lubang tersebut menunjukkan bahwa pada saat	E	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				pembuatan roti terjadi proses ... a. Produksi alkohol b. Pembakaran etanol c. Dihasilkan gas oksigen d. Pembentukan asam laktat e. Pembentukan karbon dioksida (C4)			
3.10.3 Menganalisis bioteknologi konvensional dan modern (C4)	Memberikan penjelasan sederhana	Mengajukan dan menjawab pertanyaan yang membutuhkan penjelasan	7	Pada bioteknologi konvensional, mikroorganisme sering digunakan untuk fermentasi. Mengapa mikroorganisme seperti bakteri atau ragi sangat penting dalam proses fermentasi? a. Karena mikroorganisme dapat mengubah bahan baku menjadi senyawa yang berguna tanpa	D	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				menghasilkan produk sampingan. b. Karena mikroorganisme dapat menghasilkan energi lebih banyak dibandingkan dengan organisme lainnya. c. Karena mikroorganisme memecah bahan baku menjadi senyawa-senyawa sederhana yang lebih mudah dicerna. d. Karena mikroorganisme menghasilkan enzim yang mempercepat proses fermentasi dan menghasilkan produk yang diinginkan. e. Karena mikroorganisme tidak memerlukan oksigen dalam proses fermentasi. (C3)			

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
	Memberikan penjelasan sederhana	Memusatkan pada pertanyaan	11	Petani di daerah kurang air mulai menanam padi hasil rekayasa genetika yang tahan kekeringan. Hasil panen meningkat tanpa perlu tambahan pupuk atau air berlebih. Apa peran utama bioteknologi dalam pengembangan padi *Genetically Modified Organisms (GMO)* tersebut? a. Menyemprotkan zat kimia ke tanah b. Menghilangkan spesies tanaman liar c. Memodifikasi gen tanaman agar tahan terhadap stress lingkungan d. Mengubah struktur tanah secara permanen	C	✓	

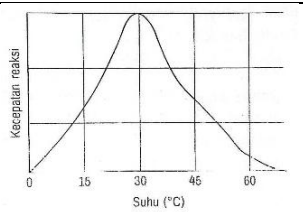
IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				e. Menghilangkan akar tanaman secara genetis (C3)			
	Memberikan penjelasan lebih lanjut	Mengidentifikasi istilah dan mempertimbangkan definisi	12	Pada masa pandemi Covid-19, masyarakat berusaha meingkatkan imunitas. Salah satu caranya dengan mengonsumsi makanan suplemen berkadar protein tinggi yang disebut PST (protein tunggal sel). Ganggang hijau sebagai PST yang aman dikonsumsi manusia, anatara lain ... *a. Spiruina maxima* *b. Chlorella sp.* *c. Candida utilis* *d. Fusarium graminearium* *e. Saccaromyces cerevisiae* (C4)	B	✓	

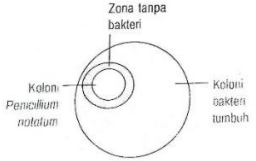
IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
	Mengatur strategi dan taktik	Berinteraksi dengan orang lain	5	Ketika berbicara dengan teman mengenai bioteknologi konvensional, teman Anda mengatakan bahwa pembuatan keju dengan proses fermentasi tidak relevan lagi karena adanya teknologi modern. Apa yang sebaiknya Anda katakan untuk menjelaskan pentingnya bioteknologi konvensional tersebut? a. Saya setuju, karena bioteknologi konvensional sudah ketinggalan zaman dan tidak memiliki manfaat di dunia modern. b. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju dengan fermentasi adalah contoh bioteknologi konvensional	B	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				yang masih digunakan di industri pangan untuk menghasilkan produk bernilai tinggi dan aman untuk konsumsi. c. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju menggunakan fermentasi tidak melibatkan mikroorganisme dan hanya mengandalkan bahan kimia untuk pengawetan. d. Saya setuju, karena teknologi modern sudah mengembangkan keju dengan cara yang lebih efisien tanpa menggunakan proses fermentasi. e. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju hanya relevan bagi masyarakat tradisional dan tidak ada			

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				hubungannya dengan industri pangan modern. (C2)			
3.10.4 Merancang produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan (C6)	Mengatur strategi dan taktik	Menentukan suatu tindakan	13	Bioteknologi dalam bidang kesehatan, seperti terapi gen, menawarkan potensi besar untuk menyembuhkan penyakit genetik. Namun, penerapan terapi gen juga berisiko menyebabkan mutasi genetik yang tidak terduga, langkah apa yang paling tepat sebelum terapi gen diluncurkan kepada masyarakat? a. Menerapkan terapi gen secara langsung kepada pasien untuk mengetahui efek jangka panjangnya b. Melakukan pengujian lebih lanjut menggunakan model	B	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				hewan dan uji klinis untuk menilai dampak jangka panjang terapi gen c. Mengembangkan terapi gen tanpa melalui uji coba laboratorium agar lebih cepat diterapkan d. Menghindari penggunaan terapi gen dan memilih metode pengobatan konvensional e. Menyebarkan informasi terapi gen melalui media sosial agar masyarakat lebih cepat mencobanya (C6)			
	Memberikan kesimpulan	Menyusun keputusan dan mempertimbangkan hasilnya	14	Perhatikan grafik data hasil percobaan di bawah ini!	C	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				 Seorang peserta didik melakukan percobaan aktivitas ragi roti yang dikultur dalam media gula pada berbagai suhu yang berbeda. Berdasarkan percobaan tersebut, kesimpulan yang dapat diambil dari suhu terbaik untuk fermentasi mikroba pada pembuatan roti adalah .. a. 10^0C b. 15^0C c. 30^0C			

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				d. 45^{0}C e. 60^{0}C (C6)			
	Memberikan kesimpulan	Menyusun dan mempertimbangkan induksi	15	Seorang peneliti mengembangbiakkan jamur *Penicillium notatum* pada media agar-agar selama 5-6 hari. Selanjutnya, pada media tersebut diinokulasikan agar-agar yang sangat tipis dan mengandung bakteri *Micrococcus luteus*. Hasil percobaan ditampilkan pada gambar di bawah ini.  	E	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kritis	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				Simpulan dari percobaan tersebut adalah ... a. Jamur dapat berkembang biak secara bersamaan dengan bakteri b. Bakteri *Micrococcus luteus* menghasilkan antibiotik yang cukup banyak c. Bakteri berkembang denganb aik pada medium agar hasil fermentasi jamur d. *Peicillium notatum* menghasilkan zat yang mendukung pertumbuhan bakteri e. *Penicillium notatum* menghasilkan zat yang menghambat pertumbuhan bakteri (C6)			

Sumber: Adaptasi dari Widyantini (2023) & Irnaningtyas & Sagita (2021)

D. Rubrik Penilaian Soal Berpikir Kritis (Pilihan Ganda)

Skor	Keterangan
[1/0]	1: Benar, 0: Salah

Nilai maksimum = (Jumlah skor yang diperoleh / Jumlah skor keseluruhan) x 100

E. SARAN

Soal disempurnakan sesuai arahan.

F. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, mohon berikan kesimpulan Bapak/Ibu dengan memberi tanda pada salah satu nomor yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.

1. Valid digunakan tanpa revisi
2. Valid digunakan setelah revisi

Semarang, 30 April 2025

Validator

Nur Khasanah, S.Pd. M.Kes

NIP. 197511132005012001

Lampiran 7. Hasil Tabulasi Soal Berpikir Kritis Uji Coba

No. Urut Siswa	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5	Soal 6	Soal 7	Soal 8	Soal 9	Soal 10	Soal 11	Soal 12	Soal 13	Soal 14	Soal 15	Total Skor
1	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	0	3	3	3	38
2	1	2	0	0	2	2	0	2	1	2	0	1	0	1	0	14
3	3	3	1	1	2	1	1	3	0	3	1	3	1	3	1	27
4	3	3	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	34
5	3	3	2	1	3	3	1	3	1	3	1	2	1	3	1	31
6	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	42
7	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	1	3	40
8	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	28
9	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	31
10	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	3	4	2	2	30
11	3	2	2	1	3	3	1	2	2	2	1	2	1	3	1	29
12	2	2	1	1	3	3	1	2	1	2	1	4	1	2	1	27
13	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	34
14	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	34
15	2	3	2	2	3	1	2	3	2	3	2	3	2	2	2	34
16	3	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	3	2	30
17	2	3	3	1	3	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	28
18	2	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	41
19	3	2	3	3	1	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	40
20	3	2	3	3	3	2	3	2	1	2	3	3	3	3	3	39
21	2	2	2	1	3	3	1	2	3	2	1	2	1	2	1	28
22	3	3	1	2	1	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	33
23	4	2	4	4	1	2	4	2	4	2	4	3	4	4	4	48
24	3	2	4	3	1	2	4	2	3	2	3	2	3	3	3	40
25	3	3	3	3	3	2	4	2	3	2	3	2	3	3	3	42
26	3	2	3	4	2	1	3	3	4	3	4	3	4	2	4	45
27	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	4	3	4	2	4	47
28	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	40
29	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	38
30	3	2	3	2	1	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	31
31	3	2	3	3	2	3	4	2	3	2	3	2	3	3	3	41
32	3	4	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	41
33	4	2	2	3	2	1	3	4	2	4	3	3	3	4	3	43
34	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	39
35	1	2	2	1	3	3	4	2	1	2	1	1	1	1	1	26
36	2	1	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	38
Total	90	85	81	84	82	82	89	86	81	86	83	83	86	89	84	1271

Lampiran 8. Uji Validitas Instrumen Soal Berpikir Kritis Uji Coba

Correlations

		Soal_1	Soal_2	Soal_3	Soal_4	Soal_5	Soal_6	Soal_7	Soal_8	Soal_9	Soal_10	Soal_11	Soal_12	Soal_13	Soal_14	Soal_15	Total_Skor
Soal_1	Pearson Correlation	1	.349*	.215	.880**	.231	.278	.186	.100	.112	.757**	.037	.506**	.112	.942**	.837	.728**
	Sig. (2-tailed)		.037	.208	.000	.176	.101	.278	.563	.515	.000	.831	.002	.515	.000	.831	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_2	Pearson Correlation	.349*	1	-.104	.349*	.649**	.942**	.250	-.070	.532**	.213	.112	.337*	.182	.416*	.705**	.756**
	Sig. (2-tailed)	.037		.546	.037	.000	.000	.141	.686	.001	.212	.515	.045	.289	.012	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_3	Pearson Correlation	.215	-.104	1	.215	-.104	-.223	.154	.098	-.104	.131	-.223	-.021	.184	.184	-.223	.129
	Sig. (2-tailed)	.208	.546		.208	.546	.191	.369	.571	.546	.446	.191	.902	.283	.283	.191	.454
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_4	Pearson Correlation	.880**	.349*	.215	1	.231	.278	.303	-.016	.112	.757**	.037	.360*	.231	.942**	.837	.728**
	Sig. (2-tailed)	.000	.037	.208		.176	.101	.072	.926	.515	.000	.831	.022	.176	.000	.831	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_5	Pearson Correlation	.231	.649**	-.104	.231	1	.587**	.019	-.184	.766**	.337*	.349*	.337*	-.052	.299	.824**	.680**
	Sig. (2-tailed)	.176	.000	.546	.176		.000	.911	.283	.000	.045	.037	.045	.763	.077	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_6	Pearson Correlation	.278	.942**	-.223	.278	.587**	1	.186	-.016	.468**	.129	.157	.255	.112	.349*	.639**	.666**
	Sig. (2-tailed)	.101	.000	.191	.101	.000		.278	.926	.004	.453	.360	.134	.515	.037	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_7	Pearson Correlation	.186	.250	.154	.303	.019	.186	1	-.122	.019	.173	-.049	-.071	.944**	.250	.068	.425**
	Sig. (2-tailed)	.278	.141	.369	.072	.911	.278		.477	.911	.312	.777	.679	.000	.141	.692	.010
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_8	Pearson Correlation	.100	-.070	.098	-.016	-.184	-.016	-.122	1	-.298	-.144	.216	.097	-.070	.044	-.364*	.036
	Sig. (2-tailed)	.563	.686	.571	.926	.283	.926	.477		.077	.401	.207	.572	.686	.797	.029	.834
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_9	Pearson Correlation	.112	.532**	-.104	.112	.766**	.468**	.019	-.298	1	.337*	.112	.337*	-.052	.182	.705**	.543**
	Sig. (2-tailed)	.515	.001	.546	.515	.000	.004	.911	.077		.045	.515	.045	.763	.289	.000	.001
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_10	Pearson Correlation	.757**	.213	.131	.757**	.337*	.129	.173	-.144	.337*	1	.003	.345*	.089	.832**	.255	.661**
	Sig. (2-tailed)	.000	.212	.446	.000	.045	.453	.312	.401	.045		.984	.039	.604	.000	.134	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_11	Pearson Correlation	.037	.112	-.223	.037	.349*	.157	-.049	.216	.112	.003	1	.129	-.007	.112	.157	.281
	Sig. (2-tailed)	.831	.515	.191	.831	.037	.360	.777	.207	.515	.984		.453	.970	.515	.360	.097
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_12	Pearson Correlation	.506**	.337*	-.021	.360*	.337*	.255	-.071	.097	.337*	.345*	.129	1	-.158	.460**	.129	.516**
	Sig. (2-tailed)	.002	.045	.902	.022	.045	.134	.679	.572	.045	.039	.453		.357	.005	.453	.001
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_13	Pearson Correlation	.112	.182	.184	.231	-.052	.112	.944**	-.070	-.052	.089	-.007	-.158	1	.182	-.007	.346*
	Sig. (2-tailed)	.515	.289	.283	.176	.763	.515	.000	.686	.763	.604	.970	.357		.289	.970	.039
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_14	Pearson Correlation	.942**	.416*	.184	.942**	.299	.349*	.250	.044	.182	.832**	.112	.460**	.182	1	.112	.801**
	Sig. (2-tailed)	.000	.012	.283	.000	.077	.037	.141	.797	.289	.000	.515	.005	.289		.515	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_15	Pearson Correlation	.037	.705**	-.223	.037	.824**	.639**	.068	-.364*	.705**	.255	.157	.129	-.007	.112	1	.527**
	Sig. (2-tailed)	.831	.000	.191	.831	.000	.000	.692	.029	.000	.134	.360	.453	.970	.515		.001
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Total_Skor	Pearson Correlation	.728**	.756**	.129	.728**	.680**	.666**	.425**	.036	.543**	.661**	.281	.516**	.346*	.801**	.527**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.454	.000	.000	.000	.010	.834	.001	.000	.097	.001	.039	.000	.001	
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36

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

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

Lampiran 9. Uji Reliabilitas Instrumen Soal Berpikir Kritis Uji Coba

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.862	12

Lampiran 10. Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Soal Berpikir Kritis Uji Coba

Statistics

		Soal_1	Soal_2	Soal_3	Soal_4	Soal_5	Soal_6	Soal_7	Soal_8	Soal_9	Soal_10	Soal_11	Soal_12
N	Valid	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		.64	.61	.64	.61	.64	.58	.61	.69	.69	.61	.61	.64

Lampiran 11. Uji Daya Beda Instrumen Soal Berpikir Kritis Uji Coba

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Soal_1	6.94	11.311	.633	.845
Soal_2	6.97	10.999	.725	.839
Soal_3	6.94	11.254	.652	.844
Soal_4	6.97	11.342	.611	.847
Soal_5	6.94	11.368	.614	.846
Soal_6	7.00	12.229	.327	.865
Soal_7	6.97	11.685	.501	.854
Soal_8	6.89	11.473	.610	.847
Soal_9	6.89	12.102	.400	.860
Soal_10	6.97	12.599	.222	.872
Soal_11	6.97	10.999	.725	.839
Soal_12	6.94	11.711	.502	.854

Lampiran 12. Kisi-Kisi Instrumen Berpikir Kritis *(Pretest-Posttest)*

KISI-KISI INSTRUMEN SOAL KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

(SOAL *PRETEST-POSTTEST*)

Sekolah : SMAN 16 Semarang

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : X/2

Materi Pokok : Bioteknologi

A. Kisi-kisi Instrumen Berpikir Kritis (Ennis, 2011)

IPK	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Indikator Soal	Nomor Soal	
				Pretest	*Posttest*
Mengidentifikasi 165 esimpu bioteknologi, mengategorikan produk pemanfaatan	Memberikan penjelasan sederhana	Memusatkan pada pertanyaan	Disajikan pengenalan singkat mengenai ilmuwan bioteknologi. Siswa mampu mengidentifikasi penemuan yang telah didapatkan oleh ilmuwan tersebut.	1	1

IPK	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Indikator Soal	Nomor Soal	
				Pretest	*Posttest*
bioteknologi dalam kehidupan, menganalisis pebedaan bioteknologi konvensional dan modern, serta menganalisis manfaat dan dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan.		Menganalisis alasan	Disajikan gambar roti panggang dan terdapat lubang-lubang pada roti tersebut. Siswa mampu menyebutkan proses pembuatan roti yang menyebabkan roti terdapat lubang-lubang tersebut.	8	8
		Mengajukan dan menjawab pertanyaan yang membutuhkan penjelasan	Disajikan penjelasan singkat tentang bioteknologi konvensional yaitu proses fermntasi. Siswa mampu menganalisis peran bakteri dalam proses fermentasi.	6	6
	Membangun keterampilan dasar	Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak	Disajikan orientasi tentang tanaman 166 esimpulan 166 esimpulan. Siswa mampu menunjukkan jawaban yang	2	2

IPK	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Indikator Soal	Nomor Soal	
				Pretest	*Posttest*
			berasal dari sumber yang dapat dipercaya dan relavan.		
		Mengamati dan menggunakan laporan hasil observasi	Disajikan grafik tentang pengujian suhu inkubasi terhadap kekentalan yoghurt. Siswa mampu menganalisis jawaban yang tepat berdasarkan data pada grafik.	5	5
	Memberikan kesimpulan	Menyusun dan mempertimbnagkan deduksi	Disajikan wacana tentang penerapan bioteknologi dalam bidang 167 esimpula contohnya vaksin rekayaa genetika. Siswa mampu menyimpulkan wacana tersebut dengan tepat.	3	3
		Menyusun dan mempertimbangkan induksi	Disajikan wacana singkat dan gambar tentang percobaan peneliti dalam mengebangbiakkan saah satu	12	12

IPK	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Indikator Soal	Nomor Soal	
				Pretest	*Posttest*
			jenis jamur. Siswa mampu menyimpulkan wacana tersebut sesuai dengan gambar yang disediakan.		
		Menyusun 168 esimpula dan mempertimbangkan hasilnya	Disajikan grafik tentang data hasil percobaan aktivitas ragi roti. Siswa mampu menyimpulkan pertanyaan berdasarkan grafik tersebut.	11	11
	Memberikan penjelasan lebih lanjut	Mengidentifikasi istilah dan mempertimbangkan definisi	Disajikan kasus mengenai pandemi Covid-19, salah satu cara meningkatkan imunitas dengan mengonsumsi makanan suplemen yang mengandung kadar protein tinggi. Siswa mampu menganalisis makanan tersebut yang dapat dikonsumsi oleh manusia.	9	9

IPK	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Indikator Soal	Nomor Soal	
				Pretest	*Posttest*
		Mengidentifikasi asumsi	Disajikan wacana mengenai penggunaan vaksin berbasis rekayasan genetika, contohnya vaksin Covid-19 berbasis mRNA. Siswa mampu memberikan jawaban mengenai asumsi dari wacana tersebut.	7	7
	Mengatur strategi dan taktik	Menentukan suatu Tindakan	Disajikan wacana singkat tentang bioteknologi di bidang 169 esimpula, contohnya terapi gen. siswa mampu menentukan 169esimpul yang tepat mengenai penerapan terapi gen.	10	10
		Berinteraksi dengan orang lain	Disajikan wacana singkat tentng bioteknologi konvensional, contohnya fermentasi keju. Siswa mampu	4	4

IPK	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Indikator Soal	Nomor Soal	
				Pretest	*Posttest*
			menunjukkan pendapat orang lain yan tepat mengenai wacana di tersebut.		

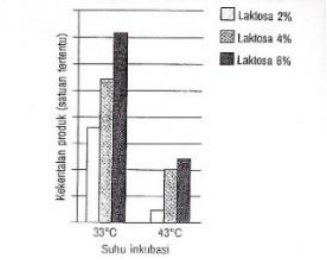
B. Kunci Jawaban dan Rubrik Penliaian Berpikir Kritis

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	*Posttest*			
1	**1**	Antonie van Leeuwenhoek adalah ilmuwan yang sangat berpengaruh dalam perkembangan bioteknologi. Ia berhasil menemukan sel yang memacu suatu penelitian tentang ... f) Sel tumbuhan dan sel hewan g) Sel manusia h) Bakteri, Protista, dan jaringan i) Sel virus pada tumbuhan j) Mitokondria dan ribosom	C	**Skor 1:** Siswa menjawab benar **Skor 0:** Siswa menjawab salah
2	**2**	Dalam pengembangan tanaman 170 esimpulan (tanaman hasil rekayasa genetika), banyak	B	**Skor 1:** Siswa menjawab benar

		informasi yang beredar di media. Manakah dari sumber informasi berikut yang paling dapat dipercaya untuk memahami manfaat dan risiko tanaman 171esimpulan? f. Forum diskusi online yang tidak menyediakan referensi ilmiah atau bukti yang dapat dipertanggungjawabkan. g. Buku yang diterbitkan oleh 171 esimpu 171 esimpulan terkemuka dan mengutip penelitian peer-reviewed dalam bidang genetika tanaman. h. Postingan media 171 esimp dari pengguna yang mengklaim bahwa tanaman 171 esimpulan berbahaya tanpa bukti ilmiah. i. Artikel berita yang ditulis oleh seorang jurnalis tanpa latar belakang ilmiah yang hanya berdasarkan opini pribadi. j. Video dari saluran YouTube yang tidak mencantumkan sumber atau bukti terkait klaimnya.		**Skor 0:** Siswa menjawab salah
3	**3**	Penerapan bioteknologi dalam kesehatan, seperti penggunaan vaksin rekayasa genetika, menawarkan potensi besar untuk melawan penyakit menular. Namun, masyarakat beranggapan bahwa teknologi	A	**Skor 1:** Siswa menjawab benar **Skor 0:**

		ini mungkin menimbulkan reaksi imun yang tidak terkontrol atau bahkan menyebabkan dampak jangka panjang yang belum diketahui. Berdasarkan wacana di atas, kesimpulan yang dapat diambil mengenai penerapan vaksin rekayasa genetika yaitu ... f. Vaksin rekayasa genetika memiliki potensi besar untuk melawan penyakit menular, tetapi perlu pengujian lebih lanjut untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya dalam jangka panjang. g. Vaksin rekayasa genetika selalu aman dan tidak memiliki potensi untuk menimbulkan reaksi imun yang tidak terkontrol. h. Penerapan vaksin rekayasa genetika tidak perlu pengujian lebih lanjut karena efek sampingnya dapat diabaikan jika vaksin ini dapat mengurangi penyakit menular. i. Vaksin rekayasa genetika hanya digunakan untuk penyakit yang sudah sangat parah, sehingga tidak perlu khawatir tentang dampak jangka panjang. j. Meskipun ada risiko, vaksin rekayasa genetika akan lebih bermanfaat bagi masyarakat karena dapat mengatasi masalah kesehatan secara cepat.		Siswa menjawab salah

4	**4**	Ketika berbicara dengan teman mengenai bioteknologi konvensional, teman Anda mengatakan bahwa pembuatan keju dengan proses fermentasi tidak relevan lagi karena adanya teknologi modern. Apa yang sebaiknya Anda katakan untuk menjelaskan pentingnya bioteknologi konvensional tersebut? f. Saya setuju, karena bioteknologi konvensional sudah ketinggalan zaman dan tidak memiliki manfaat di dunia modern. g. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju dengan fermentasi adalah contoh bioteknologi konvensional yang masih digunakan di industri pangan untuk menghasilkan produk bernilai tinggi dan aman untuk konsumsi. h. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju menggunakan fermentasi tidak melibatkan mikroorganisme dan hanya mengandalkan bahan kimia untuk pengawetan. i. Saya setuju, karena teknologi modern sudah mengembangkan keju dengan cara yang lebih efisien tanpa menggunakan proses fermentasi.	B	**Skor 1:** Siswa menjawab benar **Skor 0:** Siswa menjawab salah

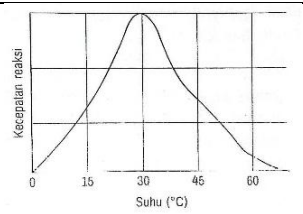
		j. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju hanya relevan bagi masyarakat tradisional dan tidak ada hubungannya dengan industri pangan modern.		
5	**5**	Perhatikan data hasil percobaan disajikan di bawah ini!  Seorang peneliti menguji pengaruh suhu inkubasi terhadap kekentalan yoghurt yang dihasilkan. Pernyataan yang sesuai dengan percobaan tersebut adalah ... f. Variabel terikat penelitian adalah suhu inkubasi g. Kadar laktosa memengaruhi yoghurt yang lebih kental h. Suhu 43^0C menghasilkan yoghurt yang lebih kental i. Variabel bebas penelitian adalah kekentalan yoghurt	B	**Skor 1:** Siswa menjawab benar **Skor 0:** Siswa menjawab salah

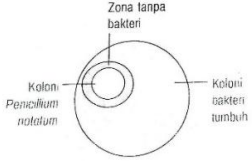
		j. Variabel kontrol penelitian adalah konsentrasi laktosa		
6	**6**	Pada bioteknologi konvensional, mikroorganisme sering digunakan untuk fermentasi. Mengapa mikroorganisme seperti bakteri atau ragi sangat penting dalam proses fermentasi? f. Karena mikroorganisme dapat mengubah bahan baku menjadi senyawa yang berguna tanpa menghasilkan produk sampingan. g. Karena mikroorganisme dapat menghasilkan energi lebih banyak dibandingkan dengan organisme lainnya. h. Karena mikroorganisme memecah bahan baku menjadi senyawa-senyawa sederhana yang lebih mudah dicerna. i. Karena mikroorganisme menghasilkan enzim yang mempercepat proses fermentasi dan menghasilkan produk yang diinginkan. j. Karena mikroorganisme tidak memerlukan oksigen dalam proses fermentasi.	D	**Skor 1:** Siswa menjawab benar **Skor 0:** Siswa menjawab salah
7	**7**	Penggunaan vaksin berbasis rekayasa genetika semakin meluas. Salah satu contoh adalah pengembangan vaksin COVID-19 berbasis mRNA yang dapat dibuat lebih cepat 175esimpulan vaksin	D	**Skor 1:** Siswa menjawab benar **Skor 0:**

		konvensional. Pendukung teknologi ini berpendapat bahwa vaksin mRNA adalah masa depan dunia medis karena efisien, aman, dan fleksibel terhadap berbagai jenis virus. Namun, kelompok lain tetap meminta kehati-hatian karena belum semua dampak jangka 176esimpu diketahui secara pasti. Asumsi utama dari pendukung vaksin mRNA berdasarkan wacana tersebut adalah … f. Semua vaksin berbasis mRNA tidak perlu melalui uji klinis g. Kecepatan produksi vaksin adalah satu-satunya 176esimp keberhasilan h. Vaksin mRNA dapat dikembangkan tanpa memperhatikan risiko biologis i. Vaksin mRNA lebih unggul karena dapat merespons virus baru dengan cepat j. Semua orang wajib menggunakan vaksin mRNA tanpa pengecualian		Siswa menjawab salah
8	**8**	Perhatikan gambar di bawah ini!	E	**Skor 1:** Siswa menjawab benar **Skor 0:** Siswa menjawab salah

		 Sumber: https://encr.pw/fXTld Ketika memotong roti panggang, akan terlihat lubang-lubang kecil seperti pada gambar. Lubang tersebut menunjukkan bahwa pada saat pembuatan roti terjadi proses ... f. Produksi alkohol g. Pembakaran etanol h. Dihasilkan gas oksigen i. Pembentukan asam laktat j. Pembentukan karbon dioksida		
9	**9**	Pada masa pandemi Covid-19, masyarakat berusaha meingkatkan imunitas. Salah satu caranya dengan mengonsumsi makanan suplemen berkadar protein tinggi yang disebut PST (protein 177 esimpu sel). Ganggang hijau sebagai PST yang aman dikonsumsi manusia, anatara lain ... *f. Spiruina maxima* *g. Chlorella sp.* *h. Candida utilis*	B	**Skor 1:** Siswa menjawab benar **Skor 0:** Siswa menjawab salah

		i. Fusarium graminearium *j. Saccaromyces cerevisiae*		
10	**10**	Bioteknologi dalam bidang 178 esimpula, seperti terapi gen, menawarkan potensi besar untuk menyembuhkan penyakit 178 esimpu. Namun, penerapan terapi gen juga berisiko menyebabkan 178 esimp 178 esimpu yang tidak terduga, 178 esimpu apa yang paling tepat sebelum terapi gen diluncurkan kepada 178esimpulan? f. Menerapkan terapi gen secara langsung kepada pasien untuk mengetahui efek jangka panjangnya g. Melakukan pengujian lebih lanjut menggunakan model hewan dan uji klinis untuk menilai dampak jangka 178esimpu terapi gen h. Mengembangkan terapi gen tanpa melalui uji coba laboratorium agar lebih cepat diterapkan i. Menghindari penggunaan terapi gen dan memilih metode pengobatan konvensional j. Menyebarkan informasi terapi gen melalui media 178 esimp agar 178 esimpulan lebih cepat mencobanya	B	**Skor 1:** Siswa menjawab benar **Skor 0:** Siswa menjawab salah
11	**11**	Perhatikan grafik data hasil percobaan di bawah ini!	C	**Skor 1:** Siswa menjawab benar

		 Seorang peserta didik melakukan percobaan aktivitas ragi roti yang dikultur dalam media gula pada berbagai suhu yang berbeda. Berdasarkan percobaan tersebut, 179 esimpulan yang dapat diambil dari suhu terbaik untuk fermentasi mikroba pada pembuatan roti adalah .. f. 10^0C g. 15^0C h. 30^0C i. 45^0C j. 60^0C		**Skor 0:** Siswa menjawab salah
12	**12**	Seorang peneliti mengembangbiakkan jamur *Penicillium notatum* pada media agar-agar selama 5-6 hari. Selanjutnya, pada media tersebut diinokulasikan agar-agar yang sangat tipis dan	E	**Skor 1:** Siswa menjawab benar **Skor 0:** Siswa menjawab salah

		mengandung bakteri *Micrococcus luteus*. Hasil percobaan ditampilkan pada gambar di bawah ini.  Simpulan dari percobaan tersebut adalah ... f. Jamur dapat berkembang biak secara bersamaan dengan bakteri g. Bakteri *Micrococcus luteus* menghasilkan antibiotik yang cukup banyak h. Bakteri berkembang denganb aik pada medium agar hasil fermentasi jamur i. *Peicillium notatum* menghasilkan zat yang mendukung pertumbuhan bakteri j. *Penicillium notatum* menghasilkan zat yang menghambat pertumbuhan bakteri		

Lampiran 13. Instrumen Berpikir Kritis *Prestest* dan *Posttest*

Instrumen Berpikir Kritis

Nama :

Kelas :

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar!

1. Antonie van Leeuwenhoek adalah ilmuwan yang sangat berpengaruh dalam perkembangan bioteknologi. Ia berhasil menemukan sel yang memacu suatu penelitian tentang ...
   a) Sel tumbuhan dan sel hewan
   b) Sel manusia
   c) Bakteri, Protista, dan jaringan
   d) Sel virus pada tumbuhan
   e) Mitokondria dan ribosom
2. Dalam pengembangan tanaman 181esimpulan (tanaman hasil rekayasa genetika), banyak informasi yang beredar di media. Manakah dari sumber informasi berikut yang paling dapat dipercaya untuk memahami manfaat dan risiko tanaman 181esimpulan?
   a. Forum diskusi online yang tidak menyediakan referensi ilmiah atau bukti yang dapat dipertanggungjawabkan.
   b. Buku yang diterbitkan oleh 181esimpu 181esimpulan terkemuka dan mengutip penelitian peer-reviewed dalam bidang genetika tanaman.
   c. Postingan media sosial dari pengguna yang mengklaim bahwa tanaman 181esimpulan berbahaya tanpa bukti ilmiah.
   d. Artikel berita yang ditulis oleh seorang jurnalis tanpa latar belakang ilmiah yang hanya berdasarkan opini pribadi.

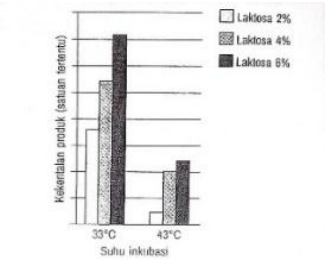
e. Video dari saluran YouTube yang tidak mencantumkan sumber atau bukti terkait klaimnya.

3. Penerapan bioteknologi dalam kesehatan, seperti penggunaan vaksin rekayasa genetika, menawarkan potensi besar untuk melawan penyakit menular. Namun, masyarakat beranggapan bahwa teknologi ini mungkin menimbulkan reaksi imun yang tidak terkontrol atau bahkan menyebabkan dampak jangka panjang yang belum diketahui. Berdasarkan wacana di atas, kesimpulan yang dapat diambil mengenai penerapan vaksin rekayasa genetika yaitu ...
   a. Vaksin rekayasa genetika memiliki potensi besar untuk melawan penyakit menular, tetapi perlu pengujian lebih lanjut untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya dalam jangka panjang.
   b. Vaksin rekayasa genetika selalu aman dan tidak memiliki potensi untuk menimbulkan reaksi imun yang tidak terkontrol.
   c. Penerapan vaksin rekayasa genetika tidak perlu pengujian lebih lanjut karena efek sampingnya dapat diabaikan jika vaksin ini dapat mengurangi penyakit menular.
   d. Vaksin rekayasa genetika hanya digunakan untuk penyakit yang sudah sangat parah, sehingga tidak perlu khawatir tentang dampak jangka panjang.
   e. Meskipun ada risiko, vaksin rekayasa genetika akan lebih bermanfaat bagi masyarakat karena dapat mengatasi masalah kesehatan secara cepat
4. Ketika berbicara dengan teman mengenai bioteknologi konvensional, teman Anda mengatakan bahwa pembuatan keju dengan proses fermentasi tidak relevan lagi karena adanya teknologi modern. Apa yang sebaiknya Anda

katakan untuk menjelaskan pentingnya bioteknologi konvensional tersebut?

a. Saya setuju, karena bioteknologi konvensional sudah ketinggalan zaman dan tidak memiliki manfaat di dunia modern.
b. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju dengan fermentasi adalah contoh bioteknologi konvensional yang masih digunakan di industri pangan untuk menghasilkan produk bernilai tinggi dan aman untuk konsumsi.
c. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju menggunakan fermentasi tidak melibatkan mikroorganisme dan hanya mengandalkan bahan kimia untuk pengawetan.
d. Saya setuju, karena teknologi modern sudah mengembangkan keju dengan cara yang lebih efisien tanpa menggunakan proses fermentasi.
e. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju hanya relevan bagi masyarakat tradisional dan tidak ada hubungannya dengan industri pangan modern.

5. Perhatikan data hasil percobaan disajikan di bawah ini!



(Sumber: Irnaningtyas & Sagita, 2022)

Seorang peneliti menguji pengaruh suhu inkubasi terhadap kekentalan yoghurt yang dihasilkan. Pernyataan yang sesuai dengan percobaan tersebut adalah ...

a. Variabel terikat penelitian adalah suhu inkubasi

b. Kadar laktosa memengaruhi yoghurt yang lebih kental
c. Suhu 43^0C menghasilkan yoghurt yang lebih kental
d. Variabel bebas penelitian adalah kekentalan yoghurt
e. Variabel kontrol penelitian adalah konsentrasi laktosa

6. Pada bioteknologi konvensional, mikroorganisme sering digunakan untuk fermentasi. Mengapa mikroorganisme seperti bakteri atau ragi sangat penting dalam proses fermentasi?
   a. Karena mikroorganisme dapat mengubah bahan baku menjadi senyawa yang berguna tanpa menghasilkan produk sampingan.
   b. Karena mikroorganisme dapat menghasilkan energi lebih banyak dibandingkan dengan organisme lainnya.
   c. Karena mikroorganisme memecah bahan baku menjadi senyawa-senyawa sederhana yang lebih mudah dicerna.
   d. Karena mikroorganisme menghasilkan enzim yang mempercepat proses fermentasi dan menghasilkan produk yang diinginkan.
   e. Karena mikroorganisme tidak memerlukan oksigen dalam proses fermentasi.
7. Penggunaan vaksin berbasis rekayasa genetika semakin meluas. Salah satu contoh adalah pengembangan vaksin COVID-19 berbasis mRNA yang dapat dibuat lebih cepat 184esimpulan vaksin konvensional. Pendukung teknologi ini berpendapat bahwa vaksin mRNA adalah masa depan dunia medis karena efisien, aman, dan fleksibel terhadap berbagai jenis virus. Namun, kelompok lain tetap meminta kehati-hatian karena belum semua dampak jangka 184 esimpu diketahui secara pasti. Asumsi utama dari pendukung vaksin mRNA berdasarkan wacana tersebut adalah …
   a. Semua vaksin berbasis mRNA tidak perlu melalui uji klinis

b. Kecepatan produksi vaksin adalah satu-satunya 185esimp keberhasilan
c. Vaksin mRNA dapat dikembangkan tanpa memperhatikan risiko biologis
d. Vaksin mRNA lebih unggul karena dapat merespons virus baru dengan cepat
e. Semua orang wajib menggunakan vaksin mRNA tanpa pengecualian

8. Perhatikan gambar di bawah ini!



(Sumber: https://encr.pw/fXTld)

Ketika memotong roti panggang, akan terlihat lubang-lubang kecil seperti pada gambar. Lubang tersebut menunjukkan bahwa pada saat pembuatan roti terjadi proses ...

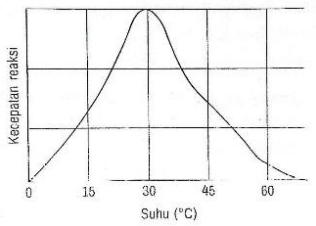
a. Produksi alkohol
b. Pembakaran etanol
c. Dihasilkan gas oksigen
d. Pembentukan asam laktat
e. Pembentukan karbon dioksida

9. Pada masa pandemi Covid-19, masyarakat berusaha meingkatkan imunitas. Salah satu caranya dengan mengonsumsi makanan suplemen berkadar protein tinggi yang disebut PST (protein 185esimpu sel). Ganggang hijau sebagai PST yang aman dikonsumsi manusia, anatara lain ...

a. Spiruina maxima
b. Chlorella sp.
c. Candida utilis
d. Fusarium graminearium

e. Saccaromyces cerevisiae

10. Bioteknologi dalam bidang 186 esimpula, seperti terapi gen, menawarkan potensi besar untuk menyembuhkan penyakit 186 esimpu. Namun, penerapan terapi gen juga berisiko menyebabkan 186 esimp 186 esimpu yang tidak terduga, 186esimpu apa yang paling tepat sebelum terapi gen diluncurkan kepada 186esimpulan?
    a. Menerapkan terapi gen secara langsung kepada pasien untuk mengetahui efek jangka panjangnya
    b. Melakukan pengujian lebih lanjut menggunakan model hewan dan uji klinis untuk menilai dampak jangka 186esimpu terapi gen
    c. Mengembangkan terapi gen tanpa melalui uji coba laboratorium agar lebih cepat diterapkan
    d. Menghindari penggunaan terapi gen dan memilih metode pengobatan konvensional
    e. Menyebarkan informasi terapi gen melalui media sosial agar 186esimpulan lebih cepat mencobanya
11. Perhatikan grafik data hasil percobaan di bawah ini!



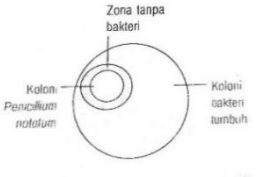
(Sumber: Irnaningtyas & Sagita, 2022)

Seorang peserta didik melakukan percobaan aktivitas ragi roti yang dikultur dalam media gula pada berbagai suhu yang berbeda. Berdasarkan percobaan tersebut, 186esimpulan yang dapat diambil dari suhu terbaik untuk fermentasi mikroba pada pembuatan roti adalah ..

a. 10^0C

b. 15^0C
c. 30^0C
d. 45^0C
e. 60^0C

12. Seorang peneliti mengembangbiakkan jamur *Penicillium notatum* pada media agar-agar selama 5-6 hari. Selanjutnya, pada media tersebut diinokulasikan agar-agar yang sangat tipis dan mengandung bakteri *Micrococcus luteus*. Hasil percobaan ditampilkan pada gambar di bawah ini.



(Sumber: Irnaningtyas & Sagita, 2022)

Simpulan dari percobaan tersebut adalah ...

a. Jamur dapat berkembang biak secara bersamaan dengan bakteri
b. Bakteri *Micrococcus luteus* menghasilkan antibiotik yang cukup banyak
c. Bakteri berkembang denganb aik pada medium agar hasil fermentasi jamur
d. *Peicillium notatum* menghasilkan zat yang mendukung pertumbuhan bakteri
e. *Penicillium notatum* menghasilkan zat yang menghambat pertumbuhan bakteri

Lampiran 14. Hasil *Pretest* dan *Posstest* Soal Berpikir Kritis Kelas Eksperimen

Kelas X-2 (Kelas Eksperimen)

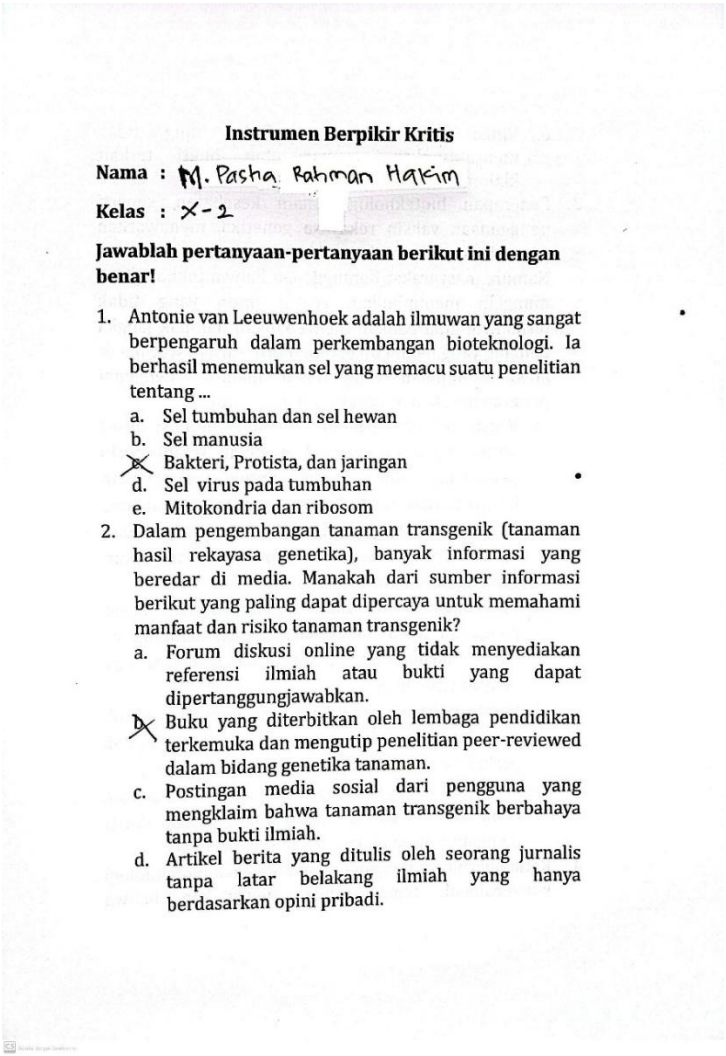
No.	Nama	Nilai		No.	Nama	Nilai	
		Pretest	***Posttest***			***Pretest***	***Posttest***
1.	M-1	41,66	66,66	19.	M-19	33,33	75,00
2.	M-2	25,00	50,00	20.	M-20	58,33	91,66
3.	M-3	58,33	83,33	21.	M-21	41,66	66,66
4.	M-4	33,33	58,33	22.	M-22	58,33	75,00
5.	M-5	50,00	66,66	23.	M-23	66,66	91,66
6.	M-6	33,33	66,66	24.	M-24	50,00	83,33
7.	M-7	50,00	75,00	25.	M-25	33,33	50,00
8.	M-8	58,33	91,66	26.	M-26	75,00	100,00
9.	M-9	66,66	83,33	27.	M-27	41,66	75,00
10.	M-10	33,33	75,00	28.	M-28	50,00	75,00
11.	M-11	25,00	66,66	9.	M-29	66,66	91,66
12.	M-12	41,66	75,00	30.	M-30	50	83,33
13.	M-13	75,00	100,00	31.	M-31	33,33	66,66
14.	M-14	50,00	83,33	32.	M-32	58,33	91,66
15.	M-15	41,66	66,66	33.	M-33	41,66	75,00
16.	M-16	33,33	58,33	34.	M-34	58,33	83,33
17.	M-17	41,66	75,00	35.	M-35	75,00	100,00
18.	M-18	50,00	83,33	36.	M-36	58,33	91,66

Lampiran 15. Hasil *Pretes*t dan *Posstest* Soal Berpikir Kritis Kelas Kontrol

Kelas X-1(Kelas Kontrol)

No.	Nama	Nilai		No.	Nama	Nilai	
		Pretest	***Posttest***			***Pretest***	***Posttest***
1.	N-1	33,33	58,33	19.	N-19	41,66	66,66
2.	N-2	41,66	66,66	20.	N-20	66,66	91,66
3.	N-3	66,66	83,33	21.	N-21	50	75
4.	N-4	25	50	22.	N-22	66,66	91,66
5.	N-5	50	75	23.	N-23	58,33	83,33
6.	N-6	41,66	66,66	24.	N-24	41,66	66,66
7.	N-7	58,33	83,33	25.	N-25	66,66	91,66
8.	N-8	66,66	91,66	26.	N-26	50	75
9.	N-9	58,33	83,33	27.	N-27	75	100
10.	N-10	41,66	66,66	28.	N-28	41,66	66,66
11.	N-11	50	75	9.	N-29	50	75
12.	N-12	33,33	58,33	30.	N-30	58,33	83,33
13.	N-13	66,66	91,66	31.	N-31	41,66	66,66
14.	N-14	58,33	83,33	32.	N-32	66,66	91,66
15.	N-15	50	75	33.	N-33	50	75
16.	N-16	41,66	66,66				
17.	N-17	25	50				
18.	N-18	58,33	83,33				

Lampiran 16. Lembar Jawaban Soal *Posstest* Soal Berpikir Kritis Kelas Eksperimen



Instrumen Berpikir Kritis

Nama : M. Pasha Rahman Hakim

Kelas : X-2

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar!

1. Antonie van Leeuwenhoek adalah ilmuwan yang sangat berpengaruh dalam perkembangan bioteknologi. Ia berhasil menemukan sel yang memacu suatu penelitian tentang ...
   a. Sel tumbuhan dan sel hewan
   b. Sel manusia
   c. Bakteri, Protista, dan jaringan
   d. Sel virus pada tumbuhan
   e. Mitokondria dan ribosom
2. Dalam pengembangan tanaman transgenik (tanaman hasil rekayasa genetika), banyak informasi yang beredar di media. Manakah dari sumber informasi berikut yang paling dapat dipercaya untuk memahami manfaat dan risiko tanaman transgenik?
   a. Forum diskusi online yang tidak menyediakan referensi ilmiah atau bukti yang dapat dipertanggungjawabkan.
   b. Buku yang diterbitkan oleh lembaga pendidikan terkemuka dan mengutip penelitian peer-reviewed dalam bidang genetika tanaman.
   c. Postingan media sosial dari pengguna yang mengklaim bahwa tanaman transgenik berbahaya tanpa bukti ilmiah.
   d. Artikel berita yang ditulis oleh seorang jurnalis tanpa latar belakang ilmiah yang hanya berdasarkan opini pribadi.

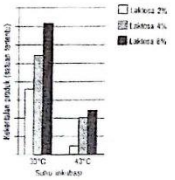
e. Video dari saluran YouTube yang tidak mencantumkan sumber atau bukti terkait klaimnya.

3. Penerapan bioteknologi dalam kesehatan, seperti penggunaan vaksin rekayasa genetika, menawarkan potensi besar untuk melawan penyakit menular. Namun, masyarakat beranggapan bahwa teknologi ini mungkin menimbulkan reaksi imun yang tidak terkontrol atau bahkan menyebabkan dampak jangka panjang yang belum diketahui. Berdasarkan wacana di atas, kesimpulan yang dapat diambil mengenai penerapan vaksin rekayasa genetika yaitu ...
   a. Vaksin rekayasa genetika memiliki potensi besar untuk melawan penyakit menular, tetapi perlu pengujian lebih lanjut untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya dalam jangka panjang.
   b. Vaksin rekayasa genetika selalu aman dan tidak memiliki potensi untuk menimbulkan reaksi imun yang tidak terkontrol.
   c. Penerapan vaksin rekayasa genetika tidak perlu pengujian lebih lanjut karena efek sampingnya dapat diabaikan jika vaksin ini dapat mengurangi penyakit menular.
   d. Vaksin rekayasa genetika hanya digunakan untuk penyakit yang sudah sangat parah, sehingga tidak perlu khawatir tentang dampak jangka panjang.
   e. Meskipun ada risiko, vaksin rekayasa genetika akan lebih bermanfaat bagi masyarakat karena dapat mengatasi masalah kesehatan secara cepat
4. Ketika berbicara dengan teman mengenai bioteknologi konvensional, teman Anda mengatakan bahwa

pembuatan keju dengan proses fermentasi tidak relevan lagi karena adanya teknologi modern. Apa yang sebaiknya Anda katakan untuk menjelaskan pentingnya bioteknologi konvensional tersebut?

a. Saya setuju, karena bioteknologi konvensional sudah ketinggalan zaman dan tidak memiliki manfaat di dunia modern.
b. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju dengan fermentasi adalah contoh bioteknologi konvensional yang masih digunakan di industri pangan untuk menghasilkan produk bernilai tinggi dan aman untuk konsumsi.
c. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju menggunakan fermentasi tidak melibatkan mikroorganisme dan hanya mengandalkan bahan kimia untuk pengawetan.
d. Saya setuju, karena teknologi modern sudah mengembangkan keju dengan cara yang lebih efisien tanpa menggunakan proses fermentasi.
e. Saya tidak setuju, karena pembuatan keju hanya relevan bagi masyarakat tradisional dan tidak ada hubungannya dengan industri pangan modern.

5. Perhatikan data hasil percobaan disajikan di bawah ini!



(Sumber: Irnaningtyas & Sagita, 2022)

Seorang peneliti menguji pengaruh suhu inkubasi terhadap kekentalan yoghurt yang dihasilkan. Pernyataan yang sesuai dengan percobaan tersebut adalah ...

a. Variabel terikat penelitian adalah suhu inkubasi
b. Kadar laktosa memengaruhi yoghurt yang lebih kental
c. Suhu 43^{0}C menghasilkan yoghurt yang lebih kental
d. Variabel bebas penelitian adalah kekentalan yoghurt
e. Variabel kontrol penelitian adalah konsentrasi laktosa

6. Pada bioteknologi konvensional, mikroorganisme sering digunakan untuk fermentasi. Mengapa mikroorganisme seperti bakteri atau ragi sangat penting dalam proses fermentasi?
   a. Karena mikroorganisme dapat mengubah bahan baku menjadi senyawa yang berguna tanpa menghasilkan produk sampingan.
   b. Karena mikroorganisme dapat menghasilkan energi lebih banyak dibandingkan dengan organisme lainnya.
   c. Karena mikroorganisme memecah bahan baku menjadi senyawa-senyawa sederhana yang lebih mudah dicerna.
   d. Karena mikroorganisme menghasilkan enzim yang mempercepat proses fermentasi dan menghasilkan produk yang diinginkan.
   e. Karena mikroorganisme tidak memerlukan oksigen dalam proses fermentasi.
7. Penggunaan vaksin berbasis rekayasa genetika semakin meluas. Salah satu contoh adalah pengembangan vaksin COVID-19 berbasis mRNA yang

dapat dibuat lebih cepat dibanding vaksin konvensional. Pendukung teknologi ini berpendapat bahwa vaksin mRNA adalah masa depan dunia medis karena efisien, aman, dan fleksibel terhadap berbagai jenis virus. Namun, kelompok lain tetap meminta kehati-hatian karena belum semua dampak jangka panjang diketahui secara pasti. Asumsi utama dari pendukung vaksin mRNA berdasarkan wacana tersebut adalah ...

a. Semua vaksin berbasis mRNA tidak perlu melalui uji klinis
b. Kecepatan produksi vaksin adalah satu-satunya faktor keberhasilan
c. Vaksin mRNA dapat dikembangkan tanpa memperhatikan risiko biologis
d. Vaksin mRNA lebih unggul karena dapat merespons virus baru dengan cepat
e. Semua orang wajib menggunakan vaksin mRNA tanpa pengecualian

8. Perhatikan gambar di bawah ini!



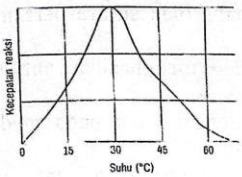
(Sumber: https://encr.pw/fXTld)

Ketika memotong roti panggang, akan terlihat lubang-lubang kecil seperti pada gambar. Lubang tersebut menunjukkan bahwa pada saat pembuatan roti terjadi proses ...

a. Produksi alkohol

b. Pembakaran etanol
c. Dihasilkan gas oksigen
d. Pembentukan asam laktat
e. Pembentukan karbon dioksida

9. Pada masa pandemi Covid-19, masyarakat berusaha meingkatkan imunitas. Salah satu caranya dengan mengonsumsi makanan suplemen berkadar protein tinggi yang disebut PST (protein tunggal sel). Ganggang hijau sebagai PST yang aman dikonsumsi manusia, anatara lain ...
   a. *Spiruina maxima*
   b. *Chlorella sp.*
   c. *Candida utilis*
   d. *Fusarium graminearium*
   e. *Saccaromyces cerevisiae*
10. Bioteknologi dalam bidang kesehatan, seperti terapi gen, menawarkan potensi besar untuk menyembuhkan penyakit genetik. Namun, penerapan terapi gen juga berisiko menyebabkan mutasi genetik yang tidak terduga, langkah apa yang paling tepat sebelum terapi gen diluncurkan kepada masyarakat?
    a. Menerapkan terapi gen secara langsung kepada pasien untuk mengetahui efek jangka panjangnya
    b. Melakukan pengujian lebih lanjut menggunakan model hewan dan uji klinis untuk menilai dampak jangka panjang terapi gen
    c. Mengembangkan terapi gen tanpa melalui uji coba laboratorium agar lebih cepat diterapkan
    d. Menghindari penggunaan terapi gen dan memilih metode pengobatan konvensional
    e. Menyebarkan informasi terapi gen melalui media sosial agar masyarakat lebih cepat mencobanya
11. Perhatikan grafik data hasil percobaan di bawah ini!

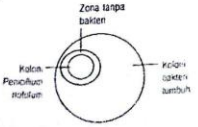


(Sumber: Irnaningtyas & Sagita, 2022)

Seorang peserta didik melakukan percobaan aktivitas ragi roti yang dikultur dalam media gula pada berbagai suhu yang berbeda. Berdasarkan percobaan tersebut, kesimpulan yang dapat diambil dari suhu terbaik untuk fermentasi mikroba pada pembuatan roti adalah ..

a. 10^0C
b. 15^0C
c. 30^0C
d. 45^0C
e. 60^0C

12. Seorang peneliti mengembangbiakkan jamur *Penicillium notatum* pada media agar-agar selama 5-6 hari. Selanjutnya, pada media tersebut diinokulasikan agar-agar yang sangat tipis dan mengandung bakteri *Micrococcus luteus*. Hasil percobaan ditampilkan pada gambar di bawah ini.



(Sumber: Irnaningtyas & Sagita, 2022)

Simpulan dari percobaan tersebut adalah ...

a. Jamur dapat berkembang biak secara bersamaan dengan bakteri
b. Bakteri *Micrococcus luteus* menghasilkan antibiotik yang cukup banyak
c. Bakteri berkembang denganb aik pada medium agar hasil fermentasi jamur
d. *Peicillium notatum* menghasilkan zat yang mendukung pertumbuhan bakteri
e. *Penicillium notatum* menghasilkan zat yang menghambat pertumbuhan bakteri

Lampiran 17. Perbandingan Nilai *Pretest* dan *Posttest* Berpikir Kritis pada Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kelas Eksperimen *Pretest*

No. Urut Siswa	Jawaban Soal Berpikir Kritis																							
	Memberikan penjelasan sederhana			Jumlah	Membangun keterampilan dasar		Jumlah	Memberikan kesimpulan			Jumlah	Memberikan penjelasan lebih lanjut		Jumlah	Mengatur strategi dan taktik		Jumlah							
	1	2	3		4	5		6	7	8		9	10		11	12								
1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	2	0	0	0	1	0	1							
2	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1							
3	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	3	1	0	1	0	1	1							
4	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0							
5	1	1	0	2	1	0	1	1	1	0	2	0	1	1	0	0	0							
6	1	1	0	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0							
7	0	1	1	2	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	2							
8	1	0	0	1	1	1	2	1	0	1	2	1	0	1	0	1	1							
9	1	1	1	3	0	0	0	1	0	1	2	0	1	1	1	1	2							
10	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0							
11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1							
12	0	1	1	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	1	0	1							
13	1	0	1	2	0	1	1	1	1	1	3	1	1	2	0	1	1							
14	1	0	1	2	1	1	2	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0							
15	1	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2							
16	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1							
17	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	1	1	2							
18	1	0	1	2	0	1	1	1	1	0	2	0	0	0	0	1	1							
19	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	2	0	0	0	1	0	1							
20	1	1	0	2	1	0	1	1	1	1	3	0	1	1	0	0	0							
21	1	0	1	2	0	0	0	1	1	0	2	1	0	1	0	0	0							
22	1	1	1	3	1	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	1	1							
23	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	2							
24	1	1	1	3	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1							
25	1	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0							
26	1	1	1	3	1	0	1	1	1	1	3	0	1	1	0	1	1							
27	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1							
28	0	1	1	2	0	1	1	1	1	0	2	0	0	0	0	1	1							
29	1	1	0	2	1	0	1	1	1	1	3	0	1	1	1	0	1							
30	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	2	0	0	0	1	1	2							
31	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0							
32	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	2	1	1	2	1	0	1							
33	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1							
34	1	0	1	2	0	1	1	1	1	1	3	0	1	1	0	0	0							
35	0	1	1	2	1	1	2	1	0	1	2	0	1	1	1	1	2							
36	1	1	0	2	0	1	1	1	1	0	2	1	1	2	0	0	0							
Total				55			35				64			25			32							
Max				3			2				3			2			2							
Min				0			0				0			0			0							
Mean				1,5277			0,9722				1,7777			0,6944			0,8888							
SD				0,87786			0,608798				0,929243			0,66845			0,70823							
%				50,93			48,61				59,26			34,72			44,44							
Rata-rata											47,592													

Kelas Eksperimen *Posttest*

No. Urut Siswa	Jawaban Soal Berpikir Kritis																							
	Memberikan penjelasan sederhana			Jumlah	Membangun keterampilan dasar		Jumlah	Memberikan kesimpulan			Jumlah	Memberikan penjelasan lebih lanjut		Jumlah	Mengatur strategi dan taktik		Jumlah						
	1	2	3		4	5		6	7	8		9	10		11	12								
1	1	0	1	2	0	1	1	1	1	1	3	1	0	1	0	1	1							
2	0	0	1	1	1	1	2	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1							
3	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2							
4	1	1	1	3	1	0	1	1	0	1	2	0	1	1	0	0	0							
5	1	1	1	3	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	2							
6	1	1	1	3	0	0	0	1	1	1	3	1	1	2	0	1	1							
7	0	1	1	2	1	0	1	1	1	0	2	1	1	2	1	1	2							
8	1	0	1	2	1	1	2	1	1	1	3	0	1	1	1	1	2							
9	1	1	1	3	1	1	2	1	1	0	2	1	1	2	1	0	1							
10	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	2							
11	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	2	1	0	1	1	1	2							
12	1	1	1	3	1	1	2	1	1	0	2	0	0	0	1	1	2							
13	1	0	1	2	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2							
14	1	0	1	2	1	1	2	1	1	0	2	1	0	1	1	1	2							
15	1	1	1	3	0	1	1	1	0	1	2	1	0	1	1	1	2							
16	0	0	1	1	1	1	2	0	0	1	1	1	0	1	1	1	2							
17	1	0	1	2	1	1	2	1	1	0	2	1	1	2	1	0	1							
18	1	0	1	2	1	1	2	1	0	0	1	1	1	2	1	1	2							
19	1	0	0	1	1	1	2	1	1	0	2	1	1	2	1	0	1							
20	1	1	1	3	1	0	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2							
21	1	0	1	2	1	1	2	1	0	1	2	1	0	1	0	1	1							
22	1	1	1	3	1	1	2	1	0	1	2	1	0	1	0	1	1							
23	1	0	1	2	1	1	2	1	1	0	2	1	1	2	1	1	2							
24	1	1	1	3	1	1	2	0	1	1	2	1	0	1	1	1	2							
25	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1							
26	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2							
27	1	0	1	2	1	0	1	1	1	0	2	1	0	1	1	1	2							
28	1	1	1	3	0	1	1	1	1	1	3	1	1	2	0	0	0							
29	1	1	0	2	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2							
30	0	1	0	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2							
31	1	0	1	2	0	1	1	1	0	1	2	0	1	1	0	1	1							
32	1	0	0	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2							
33	1	1	1	3	1	0	1	1	0	1	2	0	1	1	1	1	2							
34	1	0	1	2	1	0	1	0	1	1	2	1	1	2	1	1	2							
35	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2							
36	1	1	1	3	1	1	2	1	1	0	2	1	1	2	1	1	2							
Total				77			55				80			53			58							
Max				3			2				3			2			2							
Min				1			1				1			1			1							
Mean				2,1388			1,5277				2,2222			1,4722			1,6111							
SD				0,798312			0,559904				0,680803			0,559904			0,598941							
%				71,29			76,38				74,07			73,61			80,55							
Rata-rata											75,18													

Kelas Kontrol *Pretest*

No. Urut Siswa	Jawaban Soal Berpikir Kritis																				
	Memberikan penjelasan sederhana			Jumlah	Membangun keterampilan dasar		Jumlah	Memberikan kesimpulan			Jumlah	Memberikan penjelasan lebih lanjut			Jumlah	Mengatur strategi dan taktik		Jumlah			
	1	2	3		4	5		6	7	8		9	10			11	12				
1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1			
2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	2			
3	1	1	1	3	1	1	2	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1			
4	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0			
5	0	1	1	2	1	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1	1			
6	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1			
7	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	2	1	1	2	2			
8	1	1	0	2	1	0	1	0	1	0	1	1	1	2	1	1	2	2			
9	1	1	1	3	0	0	0	0	1	1	2	0	1	1	1	1	0	1			
10	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1	1			
11	1	0	1	2	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2	0	1	1	2			
12	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	2			
13	1	1	0	2	1	1	2	1	1	1	3	0	0	0	0	0	1	1			
14	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2	1	1	2	0	1	1	2			
15	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	1	2			
16	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1			
17	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1			
18	0	1	1	2	0	1	1	1	1	1	3	0	1	1	0	0	0	0			
19	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0	1	1	1	1	0	1			
20	0	0	1	1	1	1	2	1	0	1	2	0	1	1	1	1	1	2			
21	1	1	0	2	0	0	0	1	1	0	2	0	1	1	0	1	1	1			
22	1	1	1	3	1	0	1	0	1	1	2	0	1	1	0	1	1	1			
23	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	2	1	1	1	2			
24	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2	1	0	1	1	1	0	1			
25	1	0	0	1	1	1	2	1	1	0	2	1	1	2	1	1	0	1			
26	0	1	1	2	0	0	0	1	1	1	3	0	0	0	0	0	1	1			
27	1	0	1	2	1	1	2	1	0	1	2	1	0	1	1	1	1	2			
28	0	1	1	2	0	0	0	1	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0			
29	0	1	1	2	1	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	1	0	1			
30	1	0	1	2	0	1	1	1	0	1	2	1	0	1	1	1	0	1			
31	1	1	0	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0			
32	1	0	0	1	1	1	2	1	0	1	2	1	1	2	0	1	0	1			
33	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	2	1	1	2	1	0	1	1			
Total				50			28				54				34			37			
Max				3			2				3				2			2			
Min				0			0				0				0			0			
Mean				1,515			0,848				1,636				1,03			1,121			
SD				0,79534631			0,71244351				0,6990253				0,72821908			0,5998737			
%				50,5			42,42				54,54				51,51			56,06			
Rata-rata											51,006										

Kelas Kontrol *Posttest*

No. Urut Siswa	Jawaban Soal Berpikir Kritis																								
	Memberikan penjelasan sederhana			Jumlah	Membangun keterampilan dasar		Jumlah	Memberikan kesimpulan			Jumlah	Memberikan penjelasan lebih lanjut		Jumlah	Mengatur strategi dan taktik		Jumlah								
	1	2	3		4	5		6	7	8		9	10		11	12									
1	1	0	1	2	0	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1	0	1								
2	0	1	1	2	1	1	2	1	0	0	1	1	1	2	0	1	1								
3	1	1	1	3	1	1	2	0	1	1	2	1	0	1	1	1	2								
4	0	1	1	2	1	0	1	1	1	0	2	0	0	0	1	0	1								
5	1	0	1	2	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	0	0	0								
6	0	1	1	2	1	1	2	1	0	1	2	0	1	1	1	0	1								
7	1	1	1	3	1	0	1	0	1	1	2	1	1	2	1	1	2								
8	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	3	0	1	1	1	1	2								
9	1	1	1	3	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	2								
10	1	1	1	3	1	1	2	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1								
11	1	1	1	3	1	0	1	1	1	1	3	0	1	1	1	0	1								
12	0	1	1	2	1	0	1	1	1	0	2	0	0	0	1	1	2								
13	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	0	1	1								
14	0	1	1	2	1	1	2	1	0	1	2	1	1	2	1	1	2								
15	1	1	1	3	0	0	0	0	1	1	2	1	1	2	1	1	2								
16	1	1	1	3	1	1	2	1	1	0	2	1	0	1	0	0	0								
17	0	1	1	2	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1								
18	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	3	0	1	1	0	1	1								
19	0	1	1	2	1	1	2	1	1	0	2	0	1	1	0	1	1								
20	1	1	0	2	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2								
21	1	1	0	2	1	1	2	1	1	0	2	1	1	2	0	1	1								
22	0	1	1	2	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2								
23	1	0	1	2	0	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2								
24	0	1	1	2	1	0	1	0	0	1	1	1	1	2	1	1	2								
25	1	1	1	3	1	1	2	0	1	1	2	1	1	2	1	1	2								
26	1	1	1	3	0	0	0	1	1	1	3	0	1	1	1	1	2								
27	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2								
28	1	1	1	3	0	0	0	1	1	1	3	0	0	0	1	1	2								
29	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	2	1	1	2	1	0	1								
30	1	1	1	3	0	1	1	0	1	1	2	1	1	2	1	1	2								
31	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	2	1	1	2	1	1	2								
32	1	1	1	3	1	1	2	1	0	1	2	1	1	2	1	1	2								
33	1	0	1	2	0	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	0	1								
Total				82			47				75			48			49								
Max				3			2				3			2			2								
Min				1			1				1			1			1								
Mean				2,484			1,424				2,272			1,454			1,484								
SD				0,565752			0,662868				0,6742			0,665719			0,6185271								
%				82,82			71,21				75,75			72,72			74,34								
Rata-rata											75,368														

Lampiran 18. Uji Normalitas Berpikir Kritis *Pretest* dan *Posttest*

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Kelas	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	Pre-test Kontrol	.136	33	.127	.942	33	.076
	Post-test Kontrol	.136	33	.127	.954	33	.178
	Pre-test Eksperimen	.141	36	.069	.945	36	.073
	Post-test Eksperimen	.132	36	.115	.952	36	.120

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 19. Uji Homogenitas Berpikir Kritis *Pretest* dan *Posttest*

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	1.783	3	134	.153
	Based on Median	1.500	3	134	.218
	Based on Median and with adjusted df	1.500	3	123.110	.218
	Based on trimmed mean	1.832	3	134	.144

Lampiran 20. Uji Ancova Soal Berpikir Kritis *Pretest* dan *Posttest*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Post_test

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9712.811[a]	2	4856.405	211.063	.000
Intercept	4649.097	1	4649.097	202.053	.000
Pre_test	9672.153	1	9672.153	420.359	.000
Metode_Pembelajaran	233.491	1	233.491	10.148	.002
Error	1518.610	66	23.009		
Total	418296.001	69			
Corrected Total	11231.421	68			

a. R Squared = ,865 (Adjusted R Squared = ,861)

Lampiran 21. Lembar Validasi Soal Berpikir Kreatif

LEMBAR VALIDASI

INSTRUMEN SOAL BERPIKIR KREATIF

Nama Validator : Dian Tauhidah, M.Pd

NIP : 199310042019032014

Tanggal Pengisian : 5 Mei 2025

Nama : Novita Nurhidayah

NIM : 2108086163

Judul : Pengaruh Metode *Mind Mapping* Berbasis *Question Student Have (QSH)* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari validator terhadap soal tes berpikir kreatif. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan beliau menjadi validator dengan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

1. Berdasarkan pendapat ibu, berilah penilaian dengan memberi tanda ceklis (✓) pada kolom skor penilaian yang tersedia. Berikut deskripsi kriteria penilaian yang digunakan:
2. Apabila menurut validator instrumen tes berpikir kreatif ini perlu direvisi, mohon berikan catatan pda kolom yang disediakan.
3. Kesimpuan hasi valodasi secara umum dapat diberikan dengan memberi lingkaran pada keterangan yang sesuai.

C. INSTRUMEN VALIDASI

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
3.10.1 Mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi (C2)	Kelancaran *(Fluency)*	Kemampuan untuk menghasilkan banyak gagasan.	1	Pandemi *COVID-19* yang disebabkan oleh virus *SARS-CoV-2* pertama kali terdeteksi di Wuhan, Tiongkok, pada akhir tahun 2019 dan dengan cepat meyebar ke seluruh dunia. Pandemi ini	- Platform vaksin mRNA yang dapat diprogram ulang secara cepat. Teknologi ini memungkinkan ilmuwan untuk dengan cepat membuat vaksin baru hanya dengan mengetahui urutan genetik virus.	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				membawa dampak besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang kesehatan, pendidikan, dan ekonomi global. Berikan beberapa gagasan mengenai bioteknologi yang dapat dikembangkan untuk mencegah atau mengurangi dampak pandemi serupa di masa depan? (C2)	- Penggunaan biosensor berbasis CRISPR untuk deteksi cepat virus dalam tubuh manusia. Teknologi ini dapat mendeteksi virus dalam waktu kurang dari satu jam. - Pengembangan terapi berbasis antibodi monoklonal yang dapat menyerang virus secara langsung dan mencegahnya memperbanyak diri.		
	Elaborasi atau penguraian	Kemampuan untuk	3	Bioteknologi merupakan ilmu yang memanfaatkan	- Bioteknologi adalah pemanfaatan makhluk hidup seperti bakteri, jamur, atau bagian dari	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
	(Elaboration)	menguraikan sesuatu dengan perinci dan secara jelas.		makhluk hidup atau bagian dari makhluk hidup untuk menghasilkan barang dan jasa guna memenuhi kebutuhan manusia. Dalam kehidupan sehari-hari, bioteknologi telah digunakan dalam berbagai bidang seperti pangan, pertanian, kesehatan, dan lingkungan. Jelaskan sesuai pendapatmu apa itu bioteknologi, kemudian uraikan salah satu penerapan	makhluk hidup (misalnya enzim atau DNA) untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia, contohnya makanan fermentasi atau obat-obatan. - Salah satu contoh penerapan bioteknologi adalah pembuatan tempe menggunakan jamur *Rhizopus oligosporus*. Mikroorganisme ini membantu fermentasi kedelai sehingga menjadi makanan yang tinggi protein dan mudah dicerna.		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				bioteknologi yang kamu ketahui serta dampaknya terhadap lingkungan! (C4)	- Dampak positifnya, bioteknologi seperti fermentasi tempe ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah berbahaya. Namun jika produksi dilakukan secara massal tanpa pengelolaan limbah padat dan cair yang baik, bisa mencemari lingkungan sekitar.		
3.10.2 Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan (C3)	Kelancaran *(Fluency)*	Kemampuan untuk menghasilkan banyak gagasan.	4	Perhatikan gambar berikut ini! 	1. Mendaur ulang ampas tahu dan tempe menjadi pupuk organik karena ampas tahu/tempe mengandung beberapa mineral yang berperan penting dalam	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				Kebutuhan kedelai dari produksi tahu dan tempe berkisar 50-100 kg per hari. Produksi tahu dan tempe yang begitu tinggi tersebut juga memerlukan pengelolaan hasil samping industri. Air limbah industri tahu ataupun tempe yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Salah satunya dampak bau dan eutrofikasi badan air penerima	menyuburkan tanaman. 2. Sebagai bahan baku untuk pembuatan produk tekstil ramah lingkungan, seperti pakaian dari serat kedelai, atau untuk pembuatan kemasan ramah lingkungan. 3. Ampas tempe bisa dijadikan **produk camilan** seperti keripik atau produk makanan lain yang menarik. Beberapa inovasi juga mencoba mengolah ampas tahu menjadi **minuman fermentasi** yang kaya probiotik.		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				air limbah. Air limbah industri tahu mengandung protein tinggi sehingga kandungan nitrogen dan fosfat tinggi pada air limbah dapat berdampak pada aroma yang tidak sedap dan eutrofikasi. Berikan beberapa solusi yang dapat dilakukan berkaitan penanggulangan limbah produksi tahu dan tempe yang tidak mengeluarkan banyak biaya? (C5)			

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
	Keaslian *(Originality)*	Kemampuan untuk memecahkan gagasan dengan cara-cara yang asli, tidak klise.	7	Tanaman transgenik merupakan hasil bioteknologi berbasis rekayasa genetika. Masyarakat cenderung memilih penggunaan tanaman transgenik contohnya semangka tanpa biji. Sudah banyak tanaman transgenik yang dikembangkan sebab memiliki sifat-sifat unggul daripada tanaman asli nontransgenik. Jika kamu seorang petani yang akan mengembangkan	a. Pisang tahan penyakit dan mengandung vitamin D. Penyakit Panama adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* yang dapat menghancurkan seluruh perkebunan pisang. Tanaman pisang transgenik ini dimodifikasi untuk mengandung gen kekebalan yang membuatnya lebih tahan terhadap serangan jamur ini. Pisang ini juga dimodifikasi untuk menghasilkan vitamin	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				tanaman transgenik, tanaman apa yang akan kamu hasilkan dan berbeda dengan tanaman transgenik lain? sebutkan dan jelaskan 3 tanaman tersebut! (C5)	D yang penting untuk kesehatan tulang dan sistem kekebalan tubuh. b. Durian tanpa bau menyengat dan tahan busuk. Tanaman durian transgenik ini dimodifikasi untuk menghasilkan bau yang lebih ringan, namun tetap mempertahankan rasa manis dan tekstur khas durian. Melalui rekayasa genetik, durian ini dapat dimodifikasi untuk memiliki **ketahanan yang lebih baik terhadap pembusukan**,		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
					memungkinkan buah ini disimpan lebih lama c. Labu tahan stres kekeringan dan kaya antioksidan		
	Keaslian *(Originality)*	Kemampuan untuk memecahkan gagasan dengan cara-cara yang asli, tidak klise.	2	 Amatilah gambar kacang merah diatas! Buatlah gagasan yang menarik dalam mengolah kacang merah tersebut menjadi suatu produk yang belum ada sebelumnya! (C3)	1. Kacang merah dapat dibikin menjadi susu yang difermentasikan menggunakan bakteri *Streptococcus* yang membantu dalam pembuatan susu. 2. Kacang merah yang difermentasi dapat digunakan untuk membuat keripik kacang merah atau camilan sehat yang kaya akan probiotik dan serat.	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
					3. Kacang merah bisa menjadi bahan alternatif untuk membuat miso sebagai bahan dasar sup atau saus.		
3.10.3 Menganalisis bioteknologi konvensional dan modern (C4)	Kelancaran *(Fluency)*	Kemampuan untuk menghasilkan banyak gagasan.	5	Di berbagai daerah, masih banyak masyarakat yang belum memiliki kesadaran akan pentingnya vaksinasi, baik untuk mencegah	- Mengadakan sosialisasi dan penyuluhan kesehatan secara langsung di tingkat RT/RW - Menyelenggarakan seminar atau webinar	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				penyakit menular seperti campak, polio, maupun COVID-19. Kurangnya pengetahuan, penyebaran hoaks, dan ketidakpercayaan terhadap institusi kesehatan menjadi beberapa faktor yang menyebabkan masyarakat enggan divaksin. Berikan beberapa solusi atau cara untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya vaksinasi!	dengan narasumber ahli di bidang kesehatan - Menayangkan iklan layanan pentingnya vaksinasi masyarakat di televisi dan radio lokal.		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				(C4)			
	Keluwesan *(Flexibility)*	Kemampuan untuk mengatakan bermacam-macam pemecahan atau pendekatan terhadap masalah.	8	Kloning hewan merupakan proses menghasilkan individu yang secara genetik identik dengan induknya. Kloning yang terkenal yaitu domba Dolly tahun 1996. Meskipun teknologi kloning membuka peluang dalam bidang kedokteran dan pelestarian hewan langka, penerapannya menimbulkan berbagai kontroversi etis, terutama terkait	a. Menetapkan batasan jenis hewan yang boleh dikloning berdasarkan tujuan ilmiah atau pelestarian: Langkah ini mencegah penyalahgunaan teknologi kloning untuk kepentingan komersial yang tidak bertanggung jawab. Fokus pada hewan yang terancam punah atau untuk penelitian medis dapat memberikan manfaat nyata bagi sains dan lingkungan. b. Melakukan uji kelayakan dan	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				kesejahteraan hewan dan dampak ekologis. Buatlah beberapa langkah etis yang dapat dilakukan dalam penerapan kloning? (C5)	kesejahteraan hewan sebelum, selama, dan setelah proses kloning: Banyak hewan hasil kloning mengalami cacat, menderita, atau tidak bertahan lama. Oleh karena itu, penting untuk menjamin bahwa prosedur dilakukan secara manusiawi dan memenuhi standar etika perlindungan hewan. c. Melibatkan lembaga bioetika dan masyarakat dalam pengambilan keputusan sebelum kloning dilakukan:		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
					Transparansi dan keterlibatan publik serta ahli etika memastikan bahwa keputusan kloning tidak hanya berdasarkan pertimbangan teknologi atau ekonomi, tetapi juga nilai-nilai moral dan sosial yang berlaku di masyarakat.		
	Keaslian *(Originality)*	Kemampuan untuk memecahkan gagasan dengan cara-cara yang asli, tidak klise.	6	Jelaskan bagaimana kamu dapat mengembangkan produk tempe yang lebih bergizi dan ramah lingkungan dengan	Untuk mengembangkan produk tempe yang lebih bergizi dan ramah lingkungan, saya akan menambahkan rempah-rempah lokal seperti kurkuma dan jahe dalam	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				memanfaatkan bioteknologi konvensional. Sertakan ide orisinil yang dapat meningkatkan kualitas tempe tersebut. (C4)	proses fermentasi. Rempah-rempah ini kaya akan antioksidan dan dapat meningkatkan nilai gizi tempe. Selain itu, saya akan menggunakan kedelai organik dari pertanian berkelanjutan untuk mengurangi dampak lingkungan. Dengan mengurangi penggunaan pestisida, tempe yang dihasilkan lebih ramah lingkungan, serta lebih sehat karena bebas dari bahan kimia.		
3.10.4 Merancang produk	Kelancaran *(Fluency)*	Kemampuan untuk menghasilkan	9	Di sekitar kita banyak sekali sumber pangan yang bisa	- Kacang kedelai difermentasi menjadi tempe dengan bantuan mikroorganisme	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
pemanfaatan bioteknnologi dalam kehidupan (C6)		banyak gagasan.		dimanfaatkan untuk diolah menjadi produk makanan, baik yang berasal dari sumber pangan nabati maupun hewani. Pengolahan bahan makanan memiliki interelasi terhadap pemenuhan gizi masyarakat, maka tidak mengherankan jika semua negara baik yang sudah maju maupun berkembang berusaha untuk menyediakan suplai pangan yang cukup, aman dan bergizi.	utama berupa Rhizopus oryzae. - Ikan difermentasi menjadi peda yang diolah dengan penambahan garam untuk menyeleksi mikroorganisme yang menghasilkan enzim proteolitik. Proses fermentasi dibantu oleh jenis bakteri asam laktat seperti *Lactobacilus bulgaricus.* - Susu difermentasi menjadi yoghurt dengan bantuan Lactobacilus bulgaricus dan Streptococcus thermophilus.		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				Bahan nabati dan hewani mudah rusak/busuk. Bagaimana pengelolaan bahan pangan yang tepat dengan memanfaatkan prinsip Bioteknologi? (C6)	- Singkong difermentasi menjadi tapai singkong dengan bantuan jamur *Saccaromyces cereviceae.*		
	Kelancaran *(Fluency*	Kemampuan untuk menghasilkan banyak gagasan.	10	Pada umumnya, tanaman transgenik mempunyai sifat-sifat unggul yang diinginkan, namun tanaman tersebut dapat merusak ekosistem, contohnya penanaman tanaman	Mengingat dampak negative dari pembuatan tanaman transgenik tahan hama dapat dilihat dampaknya hama akan mengalami resistensi ketika diinjeksikan zat berbahaya, yang terjadi adalah penumpukan	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				transgenik tahan hama dapat mengakibatkan dalam waktu yang lama hama, akan menjadi kebal sehingga memerlukan pestisida dosis tinggi. Ciptakan rencana Anda berkaitan penanggulangan penerapan bioteknologi yang masih kurang tepat serta kaitkan dengan prinsip dasar ilmu bioteknologi! (C6)	bahan residu kimia pada lingkungan maka sebaiknya menggunakan pestisida yang berasal dari bahan nabati. Pestisida nabati berbahan dasar daun, batang, akar dan buah semuanya berasal dari tanaman. Pestisida ini relatif mudah dibuat dan bahannya mudah untuk di dapatkan dan yang sangat terpenting pestisida ini memiliki bahan alami nabati yang bersifat biodegradable sehingga tidak mencemari lingkungan		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
					dan relatif aman bagi pengguna. Residu dari pangan nabati ini mudah terserap pada tanah sehingga hama juga sulit mengalami resistensi		
	Elaborasi atau penguraian *(Elaboration)*	Kemampuan untuk menguraikan sesuatu dengan perinci dan secara jelas.	11	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	- Mengupas singkong lalu cuci bersih menggunakan air dan memotong sesuai selera - Mengukus singkong hingga cukup matang lalu diamkan sampai dingin - Menumbuk ragi tapai dengan halus - Memindahkan singkong ke wadah plastik yang memiliki penutup	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				tercium bau alkohol. Sedangkan tapai singkong milik kelompok 1 lunak dan tercium bau alcohol. Setelah diselidiki ternyata kelompok 2 tidak menutup bagian atas singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat. Buatlah gagasan tentang rangkaian tata cara dalam pengolahan tapai singkong dengan proses fermentasi dengan tepat!	- Menaburkan ragi ke dalam tapai singkong dengan merata - Melapiskan wadah tapai singkong dengan daun, tujuannya mendukung proses fermentasi berjalan dengan baik - Diamkan selama 2-3 hari dalam tempat yang gelap dan suhu ruangan - Tapai siap di hidangkan Dalam pembuatan tapai singkong, ragi dari jamur *Saccaromyces cereviceae* mengeluarkan enzim yang dapat memecah karbohidrat pada singkong menjadi gula		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				(C6)	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.		
	Keluwesan *(Flexibility)*	Kemampuan untuk mengatakan bermacam-macam pemecahan atau	12	Yoghurt A difermentasi selama 6 jam, sedangkan yoghurt B dan C selama 8 dan 10 jam. Diketahui bahwa semakin lama fermentasi	1. Segera simpan yoghurt dalam suhu dingin (pendinginan di kulkas pada suhu ±4°C): Bakteri asam laktat masih aktif meskipun proses fermentasi utama telah selesai. Menurunkan suhu	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
		pendekatan terhadap masalah.		berlangsung, maka total asam meningkat, pH menurun, kekentalan bertambah, dan jumlah bakteri asam laktat bertambah. Jika kamu menginginkan kondisi yoghurt dengan karakteristik fermentasi 6 jam, namun ingin mengonsumsinya di kemudian hari, jelaskan langkah-langkah yang harus dilakukan agar proses fermentasi berhenti	drastis akan memperlambat atau menghentikan aktivitas bakteri, sehingga fermentasi tidak berlanjut dan yoghurt tetap memiliki karakteristik hasil fermentasi 6 jam. 2. Gunakan wadah tertutup rapat dan steril: Menyimpan yoghurt dalam wadah tertutup menghindari kontaminasi dari mikroorganisme lain yang dapat mempengaruhi rasa, tekstur, dan keamanan produk. Wadah steril juga penting untuk		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				setelah 6 jam, sehingga kualitasnya tetap terjaga sesuai keinginan! (C6)	mencegah fermentasi liar atau perubahan mikrobiologis. 3. Hindari paparan cahaya langsung dan suhu ruang setelah fermentasi selesai: Paparan panas atau cahaya dapat menghangatkan yoghurt, yang memungkinkan bakteri kembali aktif. Ini bisa menyebabkan fermentasi lanjutan yang mengubah pH, viskositas, dan cita rasa.		
	Elaborasi atau penguraian	Kemampuan untuk	13	Dalam membuat adonan roti, diperlukan campuran	Gas CO2 yang terbentuk saat fermentasi akan menyebabkan adonan	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
	(Elaboration)	menguraikan sesuatu dengan perinci dan secara jelas.		tepung, air, garam, dan ragi. Kemudian adonan disimpan dalam wadah selama beberapa jam untuk proses fermentasi. Selama fermentasi, terjadi perubahan kimia pada adonan. Ragi merupakan jamur bersel satu yang mengubah amilum dan gula dalam tepung menjadi CO2 dan alkohol.	roti mengembang sehingga adonan menjadi lebih besar. Suhu dan kelembaban saat fermentasi akan mempengaruhi adonan roti yang dihasilkan. Alangkah baiknya saat mebuat adonan roti menggunakan suhu berkisar 260C dan kelembaban sekitar 70%. Terdapat suhu dan optimal yang dapat digunakan saat membuat adonan roti bersikar 25-300C untuk pH 4.0 - 4.5. diperlukan juga gula karena gula merupakan		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				 Proses fermentasi yang terjadi menyebabkan adonan roti menjadi mengembang. Coba ciptakan kreativitas kalian dalam perencanaan pengolahan adonan roti sehingga tekstur roti dapat mengembang dengan baik selama proses	sumber makanan untuk pertumbuhan bakteri selama fermentasi.		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
				fermentasi berlangsung! (C6)			
	Elaborasi atau penguraian *(Elaboration)*	Kemampuan untuk menguraikan sesuatu dengan perinci dan secara jelas.	14	 Amatilah gambar kacang merah diatas! Buatlah rancangan pengolahan bahan baku kacang merah yang dilakukan menggunakan mikroorganisme sesuai kreativitas Anda! (C6)	Membuat *Red been cheese*: 1. Persiapan: mendam kacang merah semalaman dan rebus hingga lunak, kemudian Blender dengan sedikit air hingga menjadi pasta halus. 2. Sterilisasi ringan: Panaskan pasta kacang merah sebentar (tidak sampai mendidih) untuk mengurangi mikroba liar. 3. Inokulasi: Setelah dingin (±40°C), tambahkan starter	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
					probiotik dan cuka/lemon, kemudian aduk rata, lalu masukkan ke wadah steril. 4. Fermentasi: fermentasi selama 24–48 jam pada suhu ruang (atau dalam inkubator yoghurt), setelah terbentuk aroma keju dan tekstur padat, simpan di kulkas agar rasa makin matang. 5. Proses pembuatan *red been cheese* memerlukan mikoorganisme berupa *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei*		

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
					(bakteri asam laktat yang menghasilkan keasaman, aroma khas, dan membantu proses pematangan keju).		
	Elaborasi atau penguraian *(Elaboration)*	Kemampuan untuk menguraikan sesuatu dengan perinci dan secara jelas.	15	Perhatikan gambar kacang merah di bawah ini!  Jelaskan cara Anda merangkai rencana pemasaran produk tersebut! (C6)	Kacang merah dapat dipasarkan dengan cara pemasaran langsung dan pemasaran tidak langsung. Dalam pemasaran langsung akan dijual ke konsumen melalui komunikasi langsung dengan konsumen, sedangkan pemasaran tidak langsung penjual bisa menitipkan di kios, toko atau warung dan	✓	

IPK	Aspek	Indikator Berpikir Kreatif	No Soal	Soal	Kunci Jawaban	Valid	
						Ya	Tidak
					berjualan di aplikasi online.		

Sumber: Adaptasi dari Widyantini (2023) & Irnaningtyas & Sagita (2021)

D. SARAN

- Sudah dilakukan revisi terkait penyesuaian soal dengan indikator kreativitas
- Sudah ditambahkan fenomena terkait bioteknologi sebagai pengarah pertanyaan
- Sudah diperbaiki sesuai catatan

E. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, mohon berikan kesimpulan Ibu dengan memberi tanda pada salah satu nomor yang sesuai dengan penilaian Ibu.1

1. Valid digunakan tanpa revisi
2. Valid digunakan setelah revisi

Semarang, 5 Mei 2025

Validator

Dian Tauhidah, M.Pd.

NIP. 199310042019032014

Lampiran 22. Hasil Tabulasi Soal Berpikir Kreatif Uji Coba

No. Urut Siswa	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5	Soal 6	Soal 7	Soal 8	Soal 9	Soal 10	Soal 11	Soal 12	Soal 13	Soal 14	Soal 15	Total Skor
1	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	0	3	3	3	38
2	1	2	0	0	2	2	0	2	1	2	0	1	0	1	0	14
3	3	3	1	1	2	1	1	3	0	3	1	3	1	3	1	27
4	3	3	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	34
5	3	3	2	1	3	3	1	3	1	3	1	2	1	3	1	31
6	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	42
7	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	1	3	40
8	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	28
9	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	31
10	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	3	4	2	2	30
11	3	2	2	1	3	3	1	2	2	2	1	2	1	3	1	29
12	2	2	1	1	3	3	1	2	1	2	1	4	1	2	1	27
13	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	34
14	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	34
15	2	3	2	2	3	1	2	3	2	3	2	3	2	2	2	34
16	3	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	3	2	30
17	2	3	3	1	3	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	28
18	2	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	41
19	3	2	3	3	1	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	40
20	3	2	3	3	3	2	3	2	1	2	3	3	3	3	3	39
21	2	2	2	1	3	3	1	2	3	2	1	2	1	2	1	28
22	3	3	1	2	1	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	33
23	4	2	4	4	1	2	4	2	4	2	4	3	4	4	4	48
24	3	2	4	3	1	2	4	2	3	2	3	2	3	3	3	40
25	3	3	3	3	3	2	4	2	3	2	3	2	3	3	3	42
26	3	2	3	4	2	1	3	3	4	3	4	3	4	2	4	45
27	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	4	3	4	2	4	47
28	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	40
29	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	38
30	3	2	3	2	1	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	31
31	3	2	3	3	2	3	4	2	3	2	3	2	3	3	3	41
32	3	4	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	41
33	4	2	2	3	2	1	3	4	2	4	3	3	3	4	3	43
34	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	39
35	1	2	2	1	3	3	4	2	1	2	1	1	1	1	1	26
36	2	1	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	38
Total	90	85	81	84	82	82	89	86	81	86	83	83	86	89	84	1271

Lampiran 23. Uji Validitas Soal Berpikir Kreatif Uji Coba

Correlations

		Soal_1	Soal_2	Soal_3	Soal_4	Soal_5	Soal_6	Soal_7	Soal_8	Soal_9	Soal_10	Soal_11	Soal_12	Soal_13	Soal_14	Soal_15	Total_Skor
Soal_1	Pearson Correlation	1	.163	.321	.433**	-.262	-.262	.283	.282	.228	.282	.455**	.204	.379*	.764**	.433**	.558**
	Sig. (2-tailed)		.341	.056	.008	.123	.123	.094	.095	.182	.095	.005	.233	.022	.000	.008	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_2	Pearson Correlation	.163	1	-.120	-.065	.155	-.105	-.147	.346*	-.064	.346*	-.097	-.224	-.097	.056	-.065	.048
	Sig. (2-tailed)	.341		.487	.706	.366	.543	.392	.039	.710	.039	.574	.190	.574	.744	.706	.783
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_3	Pearson Correlation	.321	-.120	1	.640**	-.149	.149	.667**	-.201	.597**	-.201	.619**	-.028	.540**	.246	.640**	.656**
	Sig. (2-tailed)	.056	.487		.000	.386	.386	.000	.240	.000	.240	.000	.873	.001	.148	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_4	Pearson Correlation	.433**	-.065	.640**	1	-.170	-.091	.799**	.123	.742**	.123	.986**	.350*	.946**	.367*	1.000**	.953**
	Sig. (2-tailed)	.008	.706	.000		.323	.597	.000	.474	.000	.474	.000	.036	.000	.027	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_5	Pearson Correlation	-.262	.155	-.149	-.170	1	.272	-.140	-.062	-.103	-.062	-.159	.133	-.184	-.195	-.170	-.044
	Sig. (2-tailed)	.123	.366	.386	.323		.109	.417	.718	.551	.718	.353	.441	.282	.255	.323	.801
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_6	Pearson Correlation	-.262	-.105	.149	-.091	.272	1	.010	-.273	.226	-.273	-.081	-.048	-.184	-.300	-.091	.005
	Sig. (2-tailed)	.123	.543	.386	.597	.109		.952	.107	.185	.107	.639	.783	.282	.076	.597	.976
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_7	Pearson Correlation	.283	-.147	.667**	.799**	-.140	.010	1	-.082	.586**	-.082	.788**	.091	.745**	.263	.799**	.772**
	Sig. (2-tailed)	.094	.392	.000	.000	.417	.952		.636	.000	.636	.000	.597	.000	.121	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_8	Pearson Correlation	.282	.346*	-.201	.123	-.062	-.273	-.082	1	-.028	1.000**	.091	.165	.079	.169	.123	.232
	Sig. (2-tailed)	.095	.039	.240	.474	.718	.107	.636		.872	.000	.596	.335	.646	.325	.474	.174
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_9	Pearson Correlation	.228	-.064	.597**	.742**	-.103	.226	.586**	-.028	1	-.028	.723**	.080	.641**	.155	.742**	.741**
	Sig. (2-tailed)	.182	.710	.000	.000	.551	.185	.000	.872		.872	.000	.642	.000	.366	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_10	Pearson Correlation	.282	.346*	-.201	.123	-.062	-.273	-.082	1.000**	-.028	1	.091	.165	.079	.169	.123	.232
	Sig. (2-tailed)	.095	.039	.240	.474	.718	.107	.636	.000	.872		.596	.335	.646	.325	.474	.174
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_11	Pearson Correlation	.455**	-.097	.619**	.986**	-.159	-.081	.788**	.091	.723**	.091	1	.430**	.933**	.349*	.986**	.947**
	Sig. (2-tailed)	.005	.574	.000	.000	.353	.639	.000	.596	.000	.596		.009	.000	.037	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_12	Pearson Correlation	.204	-.224	-.028	.350*	.133	-.048	.091	.165	.080	.165	.430**	1	.383*	.082	.350*	.396*
	Sig. (2-tailed)	.233	.190	.873	.036	.441	.783	.597	.335	.642	.335	.009		.021	.635	.036	.017
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_13	Pearson Correlation	.379*	-.097	.540**	.946**	-.184	-.184	.745**	.079	.641**	.079	.933**	.383*	1	.319	.946**	.878**
	Sig. (2-tailed)	.022	.574	.001	.000	.282	.282	.000	.646	.000	.646	.000	.021		.058	.000	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_14	Pearson Correlation	.764**	.056	.246	.367*	-.195	-.300	.263	.169	.155	.169	.349*	.082	.319	1	.367*	.456**
	Sig. (2-tailed)	.000	.744	.148	.027	.255	.076	.121	.325	.366	.325	.037	.635	.058		.027	.005
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Soal_15	Pearson Correlation	.433**	-.065	.640**	1.000**	-.170	-.091	.799**	.123	.742**	.123	.986**	.350*	.946**	.367*	1	.953**
	Sig. (2-tailed)	.008	.706	.000	.000	.323	.597	.000	.474	.000	.474	.000	.036	.000	.027		.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Total_Skor	Pearson Correlation	.558**	.048	.656**	.953**	-.044	.005	.772**	.232	.741**	.232	.947**	.396*	.878**	.456**	.953**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.783	.000	.000	.801	.976	.000	.174	.000	.174	.000	.017	.000	.005	.000	
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36

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

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

Lampiran 24. Uji Reliabilitas Soal Berpikir Kreatif Uji Coba

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.922	10

Lampiran 25. Uji Tingkat Kesukaran Soal Berpikir Kreatif Uji Coba

Statistics

		Soal_1	Soal_2	Soal_3	Soal_4	Soal_5	Soal_6	Soal_7	Soal_8	Soal_9	Soal_10
N	Valid	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		2.50	2.25	2.33	2.47	2.25	2.31	2.31	2.39	2.47	2.33
Maximum		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Lampiran 26. Uji Daya Beda Soal Berpikir Kreatif Uji Coba

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Soal_1	21.11	44.787	.481	.925
Soal_2	21.36	41.894	.627	.918
Soal_3	21.28	37.463	.965	.898
Soal_4	21.14	39.266	.757	.911
Soal_5	21.36	41.094	.674	.916
Soal_6	21.31	37.533	.964	.898
Soal_7	21.31	46.161	.273	.935
Soal_8	21.22	37.835	.890	.903
Soal_9	21.14	45.609	.394	.928
Soal_10	21.28	37.463	.965	.898

Lampiran 27. Kisi-kisi Soal Berpikir Kreatif (*Pretest* dan *Posttest)*

KISI-KISI INSTRUMEN SOAL KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF
(SOAL *PRETEST-POSTTEST*)

Sekolah : SMAN 16 Semarang
Mata Pelajaran : Biologi
Kelas/Semester : X/2
Materi Pokok : Bioteknologi

C. Kisi-kisi Instrumen Berpikir Kreatif (Guilford, 1943)

IPK	Indikator Berpikir Kreatif	Sub Indikator Berpikir Kreatif	Indikator Soal	Nomor Soal	
				Pretest	*Posttest*
Mengidentifikasi sejarah bioteknologi, mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan, menganalisis pebedaan	Kelancaran *(Fluency)*	Kemampuan untuk menghasilkan banyak gagasan	Disajikan kasus tentang Covid-19 yang telah menyebar ke seluruh dunia dan menimbulkan dampak beasar di berbagai aspek kehidupan, yakni di bidang kesehatan, Pendidikan, dan ekonomi global. Siswa mampu memberikan gagasan tentang bioteknologi yang dapat	1	1

bioteknologi konvensional dan modern, serta menganalisis manfaat dan dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan.			dikembangkan untuk mencegah dampak pandemi serupa di masa depan.		
			Disajikan gambar dan wacana tentang proses produksi tahu dan tempe. Siswa mampu memberikan Solusi berkaitan dengan limbah produk tahu dan tempe yang tidak mengelurkan biaya terlalu banyak.	3	3
			Disajikan wacana tentang sumber pangan nabati dan hewani, Dimana sumber pangan tersebut mudah rusak/buuk. Siswa mampu memberikan beberapa gagasan tentang cara pengolahan sumber pangan tersebut secara tepat dengan memenanfaatkan prinsip bioteknologi.	5	5

	Keluwesan *(Flexibility)*	Kemampuan untuk mengatakan bermacam-macam pemecahan pendekatan terhadap masalah	Dijsajikan wacana tentang proses pembuatan yoghurt yang berkaitan dengan lamanya penyimpanan dalam proses fermentasi yoghurt. Siswa mampu menjelaskan beberapa langkah yang harus dilakukan supaya mengenai waktu fermentasi yang baik supaya menghasilkan kualitas yoghurt yang baik.	7	7
	Keaslian *(Originality)*	Kemampuan untuk memecahkan gagasan dengan cara-cara yang tidak klise	Disajikan penjelasan tentang tanaman transgenik merupakan hasil bioteknologi berbasis rekayasa genetika. Beberapa kalangan banyak yang memanfaatkan penggunaan tanaman transgenic. Siswa mampu memberikan menyebutkan dan menjelaskan beberapa tanaman transgenik.	4	4

	Elaborasi *(Elaboration)*	Kemampuan untuk menguraikan sesuatu dengan perinci dan secara jelas	Disajikan penjelasan singkat tentang definisi bioteknologi. Siswa mampu menguraikan definisi bioteknologi menurut bahasa sendiri dan menguraikan salah satu penerapan bioteknologi serta dampaknya terhadap lingkungan.	2	2
			Disajikan kasus 2 kelompok yang sedang melakukan praktikum tapais singkong dan terjadi perbedaaan hasil tapai antara 2 kelompok. Siswa mampu menguraikan cara yang pengolahan tapai dengan proses fermentasi yang tepat supaya menghsilkan tapai dengan kulaitas baik.	6	6
			Disajikan wacana tentang pembuatan roti yang melibatkan proses fermentasi	8	8

			sehingga menghasilkan roti yang mengembang. Siswa mampu menguraikan gagasan keatifnya dalam perencanaan pengolahan adonan roti supaya tekstur roti dapat mengembang dengan baik saat proses fermentasi.		
			Disajikan gambar tentang kacang merah. Siswa mampu menguraikan gagasan kreatifnya dalam mengolah kacang merah sebagai bahan baku dengan memanfaatkan mikoorganisme sebagai prinsip bioteknologi.	9	9
			Disajikan gambar kacang merah. Siswa mampu merangkai gagasan kreatifnya mengenai rencana pemasaran produk tersebut.	10	10

D. Kunci Jawaban dan Rubrik Penliaian Berpikir Kreatif

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
1	**1**	Pandemi *COVID-19* yang disebabkan oleh virus *SARS-CoV-2* pertama kali terdeteksi di Wuhan, Tiongkok, pada akhir tahun 2019 dan dengan cepat meyebar ke seluruh dunia. Pandemi ini membawa dampkak besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang kesehatan, pendidikan, dan ekonomi global. Berikan beberapa gagasan mengenai bioteknologi yang dapat dikembangkan untuk mencegah atau mengurangi dampak pandemi serupa di masa depan?	- Platform vaksin mRNA yang dapat diprogram ulang secara cepat. Teknologi ini memungkinkan ilmuwan untuk dengan cepat membuat vaksin baru hanya dengan mengetahui urutan genetik virus. - Penggunaan biosensor berbasis CRISPR untuk deteksi cepat virus dalam tubuh manusia. Teknologi ini dapat mendeteksi virus dalam waktu kurang dari satu jam. - Pengembangan terapi berbasis antibodi monoklonal yang dapat	**Skor 4:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 3 gagasan yang relavan. **Skor 3:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 2 gagasan yang relavan. **Skor 2:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 1 gagasan yang relavan. **Skor 1:** Siswa menjawab dengan gagasan yang tidak relavan. **Skor 0:** Siswa tidak menjawab

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
			menyerang virus secara langsung dan mencegahnya memperbanyak diri.	
2	**2**	Bioteknologi merupakan ilmu yang memanfaatkan makhluk hidup atau bagian dari makhluk hidup untuk menghasilkan barang dan jasa guna memenuhi kebutuhan manusia. Dalam kehidupan sehari-hari, bioteknologi telah digunakan dalam berbagai bidang seperti pangan, pertanian, kesehatan, dan lingkungan. Jelaskan sesuai pendapatmu apa itu bioteknologi, kemudian uraikan salah satu penerapan bioteknologi yang kamu ketahui	- Bioteknologi adalah pemanfaatan makhluk hidup seperti bakteri, jamur, atau bagian dari makhluk hidup (misalnya enzim atau DNA) untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia, contohnya makanan fermentasi atau obat-obatan. - Salah satu contoh penerapan bioteknologi adalah pembuatan tempe menggunakan jamur *Rhizopus oligosporus*. Mikroorganisme ini	**Skor 4:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 3 uraian yang relavan. **Skor 3:** Siswa Menjawab dengan menghasilkan 2 uraian yang relavan. **Skor 2:** Menjawab dengan menghasilkan 1 uraian yang relavan. **Skor 1:** Siswa menjawab dengan uraian yang tidak relavan. **Skor 0:**

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
		serta dampaknya terhadap lingkungan!	membantu fermentasi kedelai sehingga menjadi makanan yang tinggi protein dan mudah dicerna. - Dampak positifnya, bioteknologi seperti fermentasi tempe ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah berbahaya. Namun jika produksi dilakukan secara massal tanpa pengelolaan limbah padat dan cair yang baik, bisa mencemari lingkungan sekitar.	Siswa tidak menjawab
3	**3**	Perhatikan gambar berikut ini!	4. Mendaur ulang ampas tahu dan tempe menjadi pupuk organik karena ampas tahu/tempe mengandung beberapa mineral yang	**Skor 4:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 3 gagasan yang relavan. **Skor 3:**

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
		 Kebutuhan kedelai dari produksi tahu dan tempe berkisar 50-100 kg per hari. Produksi tahu dan tempe yang begitu tinggi tersebut juga memerlukan pengelolaan hasil samping industri. Air limbah industri tahu ataupun tempe yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Salah satunya dampak bau dan eutrofikasi badan air penerima air limbah. Air limbah industri	berperan penting dalam menyuburkan tanaman. 5. Sebagai bahan baku untuk pembuatan produk tekstil ramah lingkungan, seperti pakaian dari serat kedelai, atau untuk pembuatan kemasan ramah lingkungan. 6. Ampas tempe bisa dijadikan **produk camilan** seperti keripik atau produk makanan lain yang menarik. Beberapa inovasi juga mencoba mengolah ampas tahu menjadi **minuman fermentasi** yang kaya probiotik.	Siswa menjawab dengan menghasilkan 2 gagasan yang relavan. **Skor 2:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 1 gagasan yang relavan. **Skor 1:** Siswa menjawab dengan gagasan yang tidak relavan. **Skor 0:** Siswa tidak menjawab

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
		tahu mengandung protein tinggi sehingga kandungan nitrogen dan fosfat tinggi pada air limbah dapat berdampak pada aroma yang tidak sedap dan eutrofikasi. Berikan beberapa solusi yang dapat dilakukan berkaitan penanggulangan limbah produksi tahu dan tempe yang tidak mengeluarkan banyak biaya?		
4	**4**	Tanaman transgenik merupakan hasil bioteknologi berbasis rekayasa genetika. Masyarakat cenderung memilih penggunaan tanaman transgenik contohnya semangka tanpa biji. Sudah banyak	d. Pisang tahan penyakit dan mengandung vitamin D. Penyakit Panama adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* yang dapat menghancurkan seluruh perkebunan pisang.	**Skor 4:** Siswa menjawab 3 jawaban dengan memecahkan gagasan dengan cara-cara yang tidak klise. **Skor 3:**

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
		tanaman transgenik yang dikembangkan sebab memiliki sifat-sifat unggul daripada tanaman asli nontransgenik. Jika kamu seorang petani yang akan mengembangkan tanaman transgenik, tanaman apa yang akan kamu hasilkan dan berbeda dengan tanaman transgenik lain? sebutkan dan jelaskan 3 tanaman tersebut!	Tanaman pisang transgenik ini dimodifikasi untuk mengandung gen kekebalan yang membuatnya lebih tahan terhadap serangan jamur ini. Pisang ini juga dimodifikasi untuk menghasilkan vitamin D yang penting untuk kesehatan tulang dan sistem kekebalan tubuh. e. Durian tanpa bau menyengat dan tahan busuk. Tanaman durian transgenik ini dimodifikasi untuk menghasilkan bau yang lebih ringan, namun tetap mempertahankan rasa manis dan tekstur khas durian. Melalui	Siswa menjawab 2 jawaban dengan memecahkan gagasan dengan cara-cara yang tidak klise. **Skor 2:** Siswa menjawab 1 jawaban dengan memecahkan gagasan dengan cara-cara yang tidak klise. **Skor 1:** Siswa menjawab dengan jawaban tidak memecahkan gagasan dengan cara-cara yang tidak klise **Skor 0:** Siswa tidak menjawab

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
			rekayasa genetik, durian ini dapat dimodifikasi untuk memiliki **ketahanan yang lebih baik terhadap pembusukan**, memungkinkan buah ini disimpan lebih lama f. Labu tahan stres kekeringan dan kaya antioksidan	
5	**5**	Di sekitar kita banyak sekali sumber pangan yang bisa dimanfaatkan untuk diolah menjadi produk makanan, baik yang berasal dari sumber pangan nabati maupun hewani. Pengolahan bahan makanan memiliki interelasi terhadap pemenuhan gizi masyarakat,	- Kacang kedelai difermentasi menjadi tempe dengan bantuan mikroorganisme utama berupa Rhizopus oryzae. - Ikan difermentasi menjadi peda yang diolah dengan penambahan garam untuk menyeleksi mikroorganisme yang	**Skor 4:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 3 gagasan yang relavan. **Skor 3:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 2 gagasan yang relavan. **Skor 2:**

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
		maka tidak mengherankan jika semua negara baik yang sudah maju maupun berkembang berusaha untuk menyediakan suplai pangan yang cukup, aman dan bergizi. Bahan nabati dan hewani mudah rusak/busuk. Bagaimana pengelolaan bahan pangan yang tepat dengan memanfaatkan prinsip Bioteknologi?	menghasilkan enzim proteolitik. Proses fermentasi dibantu oleh jenis bakteri asam laktat seperti *Lactobacilus bulgaricus.* - Susu difermentasi menjadi yoghurt dengan bantuan Lactobacilus bulgaricus dan Streptococcus thermophilus. - Singkong difermentasi menjadi tapai singkong dengan bantuan jamur *Saccaromyces cereviceae.*	Siswa menjawab dengan menghasilkan 1 gagasan yang relavan. **Skor 1:** Siswa menjawab dengan gagasan yang tidak relavan. **Skor 0:** Siswa tidak menjawab
6	**6**	Siswa sedang melaksanakan praktikum tapai singkong berdasarkan langkah-langkah pembuatan tapai. Dibentuk 2 kelompok siswa. Hasil	- Mengupas singkong lalu cuci bersih menggunakan air dan memotong sesuai selera - Mengukus singkong hingga cukup matang lalu diamkan	**Skor 4:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 3 uraian yang relavan. **Skor 3:**

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
		praktikum menunjukkan tapai singkong milik kelompok 2 belum lunak dan tidak tercium bau alkohol. Sedangkan tapai singkong milik kelompok 1 lunak dan tercium bau alcohol. Setelah diselidiki ternyata kelompok 2 tidak menutup bagian atas singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat. Buatlah gagasan tentang rangkaian tata cara dalam pengolahan tapai singkong dengan proses fermentasi dengan tepat! (C6)	sampai dingin - Menumbuk ragi tapai dengan halus - Memindahkan singkong ke wadah plastik yang memiliki penutup - Menaburkan ragi ke dalam tapai singkong dengan merata - Melapiskan wadah tapai singkong dengan daun, tujuannya mendukung proses fermentasi berjalan dengan baik - Diamkan selama 2-3 hari dalam tempat yang gelap dan suhu ruangan - Tapai siap di hidangkan Dalam pembuatan tapai singkong, ragi dari jamur *Saccaromyces cereviceae* mengeluarkan enzim yang	Siswa Menjawab dengan menghasilkan 2 uraian yang relavan. **Skor 2:** Menjawab dengan menghasilkan 1 uraian yang relavan. **Skor 1:** Siswa menjawab dengan uraian yang tidak relavan. **Skor 0:** Siswa tidak menjawab

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
			dapat memecah karbohidrat pada singkong menjadi gula 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	**7**	Yoghurt A difermentasi selama 6 jam, sedangkan yoghurt B dan C selama 8 dan 10 jam. Diketahui bahwa semakin lama fermentasi berlangsung, maka total asam meningkat, pH menurun, kekentalan bertambah, dan	4. Segera simpan yoghurt dalam suhu dingin (pendinginan di kulkas pada suhu ±4°C): Bakteri asam laktat masih aktif meskipun proses fermentasi utama telah selesai. Menurunkan suhu	**Skor 4:** Siswa menjawab dengan mengatakan 3 macam pemecahan atau pendekatan terhadap masalah **Skor 3:**

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
		jumlah bakteri asam laktat bertambah. Jika kamu menginginkan kondisi yoghurt dengan karakteristik fermentasi 6 jam, namun ingin mengonsumsinya di kemudian hari, jelaskan langkah-langkah yang harus dilakukan agar proses fermentasi berhenti setelah 6 jam, sehingga kualitasnya tetap terjaga sesuai keinginan! (C6)	drastis akan memperlambat atau menghentikan aktivitas bakteri, sehingga fermentasi tidak berlanjut dan yoghurt tetap memiliki karakteristik hasil fermentasi 6 jam. 5. **Gunakan wadah tertutup rapat dan steril:** Menyimpan yoghurt dalam wadah tertutup menghindari kontaminasi dari mikroorganisme lain yang dapat mempengaruhi rasa, tekstur, dan keamanan produk. Wadah steril juga penting untuk mencegah fermentasi liar atau perubahan mikrobiologis.	Siswa menjawab dengan mengatakan 2 macam pemecahan atau pendekatan terhadap masalah **Skor 2:** Siswa menjawab dengan mengatakan 1 macam pemecahan atau pendekatan terhadap masalah **Skor 1:** Siswa Menjawab dengan jawaban tidak mengatakan macam-macam pemecahan atau pendekatan. **Skor 0:** Siswa tidak menjawab

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
			6. Hindari paparan cahaya langsung dan suhu ruang setelah fermentasi selesai: Paparan panas atau cahaya dapat menghangatkan yoghurt, yang memungkinkan bakteri kembali aktif. Ini bisa menyebabkan fermentasi lanjutan yang mengubah pH, viskositas, dan cita rasa.	
8	**8**	Dalam membuat adonan roti, diperlukan campuran tepung, air, garam, dan ragi. Kemudian adonan disimpan dalam wadah selama beberapa jam untuk proses fermentasi. Selama fermentasi, terjadi perubahan kimia pada adonan. Ragi	Gas CO2 yang terbentuk saat fermentasi akan menyebabkan adonan roti mengembang sehingga adonan menjadi lebih besar. Suhu dan kelembaban saat fermentasi akan mempengaruhi adonan roti	**Skor 4:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 3 uraian yang relavan. **Skor 3:** Siswa Menjawab dengan menghasilkan 2 uraian yang relavan.

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	*Posttest*			
		merupakan jamur bersel satu yang mengubah amilum dan gula dalam tepung menjadi CO2 dan alkohol.  Proses fermentasi yang terjadi menyebabkan adonan roti menjadi mengembang. Coba ciptakan kreativitas kalian dalam perencanaan pengolahan adonan roti sehingga tekstur roti dapat mengembang dengan baik selama proses fermentasi berlangsung!	yang dihasilkan. Alangkah baiknya saat mebuat adonan roti menggunakan suhu berkisar 260C dan kelembaban sekitar 70%. Terdapat suhu dan optimal yang dapat digunakan saat membuat adonan roti bersikar 25-300C untuk pH 4.0 - 4.5. diperlukan juga gula karena gula merupakan sumber makanan untuk pertumbuhan bakteri selama fermentasi.	**Skor 2:** Menjawab dengan menghasilkan 1 uraian yang relavan. **Skor 1:** Siswa menjawab dengan uraian yang tidak relavan. **Skor 0:** Siswa tidak menjawab

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
9	**9**	 Amatilah gambar kacang merah diatas! Buatlah rancangan pengolahan bahan baku kacang merah yang dilakukan menggunakan mikroorganisme sesuai kreativitas Anda! (C6)	Membuat *Red been cheese*: 6. Persiapan: mendam kacang merah semalaman dan rebus hingga lunak, kemudian Blender dengan sedikit air hingga menjadi pasta halus. 7. Sterilisasi ringan: Panaskan pasta kacang merah sebentar (tidak sampai mendidih) untuk mengurangi mikroba liar. 8. Inokulasi: Setelah dingin (±40°C), tambahkan starter probiotik dan cuka/lemon, kemudian aduk rata, lalu masukkan ke wadah steril. 9. Fermentasi: fermentasi selama 24–48 jam pada suhu ruang (atau dalam	**Skor 4:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 3 uraian yang relavan. **Skor 3:** Siswa Menjawab dengan menghasilkan 2 uraian yang relavan. **Skor 2:** Menjawab dengan menghasilkan 1 uraian yang relavan. **Skor 1:** Siswa menjawab dengan uraian yang tidak relavan. **Skor 0:** Siswa tidak menjawab

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	***Posttest***			
			inkubator yoghurt), setelah terbentuk aroma keju dan tekstur padat, simpan di kulkas agar rasa makin matang. 10. Proses pembuatan *red been cheese* memerlukan mikoorganisme berupa *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei* (bakteri asam laktat yang menghasilkan keasaman, aroma khas, dan membantu proses pematangan keju).	
10	**10**	Perhatikan gambar kacang merah di bawah ini!	Kacang merah dapat dipasarkan dengan cara pemasaran langsung dan pemasaran tidak langsung. Dalam pemasaran langsung	**Skor 4:** Siswa menjawab dengan menghasilkan 3 uraian yang relavan. **Skor 3:**

Nomor soal		Soal	Jawaban	Skor
Pretest	*Posttest*			
		 Jelaskan cara Anda merangkai rencana pemasaran produk tersebut! (C6)	akan dijual ke konsumen melalui komunikasi langsung dengan konsumen, sedangkan pemasaran tidak langsung penjual bisa menitipkan di kios, toko atau warung dan berjualan di aplikasi online.	Siswa Menjawab dengan menghasilkan 2 uraian yang relavan. **Skor 2:** Menjawab dengan menghasilkan 1 uraian yang relavan. **Skor 1:** Siswa menjawab dengan uraian yang tidak relavan. **Skor 0:** Siswa tidak menjawab

Lampiran 28. Instrumen Soal Berpikir Kreatif *Pretest* dan *Posttest*

Instrumen Berpikir Kreatif

Nama :

Kelas :

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar!

1. Pandemi *COVID-19* yang disebabkan oleh virus *SARS-CoV-2* pertama kali terdeteksi di Wuhan, Tiongkok, pada akhir tahun 2019 dan dengan cepat meyebar ke seluruh dunia. Pandemi ini membawa dampkak besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang kesehatan, pendidikan, dan ekonomi global. Berikan beberapa gagasan mengenai bioteknologi yang dapat dikembangkan untuk mencegah atau mengurangi dampak pandemi serupa di masa depan?
   Jawab:
2. Bioteknologi merupakan ilmu yang memanfaatkan makhluk hidup atau bagian dari makhluk hidup untuk menghasilkan barang dan jasa guna memenuhi kebutuhan manusia. Dalam kehidupan sehari-hari, bioteknologi telah digunakan dalam berbagai bidang seperti pangan, pertanian, kesehatan, dan lingkungan. Jelaskan sesuai pendapatmu apa itu bioteknologi, kemudian uraikan salah satu penerapan bioteknologi yang kamu ketahui serta dampaknya terhadap lingkungan!
   Jawab:
3. Perhatikan gambar berikut ini!



(Sumber: Widyantini, 2023)

Kebutuhan kedelai dari produksi tahu dan tempe berkisar 50-100 kg per hari. Produksi tahu dan tempe yang begitu tinggi tersebut juga memerlukan pengelolaan hasil samping industri. Air limbah industri tahu ataupun tempe yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Salah satunya dampak bau dan eutrofikasi badan air penerima air limbah. Air limbah industri tahu mengandung protein tinggi sehingga kandungan nitrogen dan fosfat tinggi pada air limbah dapat berdampak pada aroma yang tidak sedap dan eutrofikasi.

Berikan beberapa solusi yang dapat dilakukan berkaitan penanggulangan limbah produksi tahu dan tempe yang tidak mengeluarkan banyak biaya?

Jawab:

4. Tanaman transgenik merupakan hasil bioteknologi berbasis rekayasa genetika. Masyarakat cenderung memilih penggunaan tanaman transgenik contohnya semangka tanpa biji. Sudah banyak tanaman transgenik yang dikembangkan sebab memiliki sifat-sifat unggul daripada tanaman asli nontransgenik. Jika kamu seorang petani yang akan mengembangkan tanaman transgenik, tanaman apa yang akan kamu hasilkan dan berbeda dengan tanaman transgenik lain? sebutkan dan jelaskan 3 tanaman tersebut!

   Jawab:

5. Di sekitar kita banyak sekali sumber pangan yang bisa dimanfaatkan untuk diolah menjadi produk makanan, baik yang berasal dari sumber pangan nabati maupun hewani. Pengolahan bahan makanan memiliki interelasi terhadap pemenuhan gizi masyarakat, maka tidak mengherankan jika semua negara baik yang sudah maju maupun berkembang berusaha untuk menyediakan suplai pangan yang cukup, aman dan bergizi. Bahana nabati dan hewani

mudah rusak/busuk. Bagaimana pengelolaan bahan pangan yang tepat dengan memanfaatkan prinsip Bioteknologi?

Jawab:

6. 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 alcohol. Setelah diselidiki ternyata kelompok 2 tidak menutup bagian atas singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat. Buatlah gagasan tentang rangkaian tata cara dalam pengolahan tapai singkong dengan proses fermentasi dengan tepat!

   Jawab:

7. Yoghurt A difermentasi selama 6 jam, sedangkan yoghurt B dan C selama 8 dan 10 jam. Diketahui bahwa semakin lama fermentasi berlangsung, maka total asam meningkat, pH menurun, kekentalan bertambah, dan jumlah bakteri asam laktat bertambah. Jika kamu menginginkan kondisi yoghurt dengan karakteristik fermentasi 6 jam, namun ingin mengonsumsinya di kemudian hari, jelaskan langkah-langkah yang harus dilakukan agar proses fermentasi berhenti setelah 6 jam, sehingga kualitasnya tetap terjaga sesuai keinginan!

   Jawab:

8. Dalam membuat adonan roti, diperlukan campuran tepung, air, garam, dan ragi. Kemudian adonan disimpan dalam wadah selama beberapa jam untuk proses fermentasi. Selama fermentasi, terjadi perubahan kimia pada adonan. Ragi merupakan jamur bersel satu yang mengubah amilum dan gula dalam tepung menjadi CO2 dan alkohol.



(Sumber: Widyantini, 2023)

Proses fermentasi yang terjadi menyebabkan adonan roti menjadi mengembang. Coba ciptakan kreativitas kalian dalam perencanaan pengolahan adonan roti sehingga tekstur roti dapat mengembang dengan baik selama proses fermentasi berlangsung!

Jawab:

9. Perhatikan gambar berikut ini!



(Sumber: Widyantini, 2023)

Amatilah gambar kacang merah diatas!

Buatlah rancangan pengolahan bahan baku kacang merah yang dilakukan menggunakan mikroorganisme sesuai kreativitas Anda!

Jawab:

10. Perhatikan gambar kacang merah di bawah ini!



(Sumber: Widyantini, 2023)

Jelaskan cara Anda merangkai rencana pemasaran produk tersebut!

Jawab:

Lampiran 29. Hasil *Pretest* dan *Posstest* Soal Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen

Kelas X-2 (Kelas Eksperimen)

No.	Nama	Nilai		No.	Nama	Nilai	
		Pretest	***Posttest***			***Pretest***	***Posttest***
1.	M-1	50	70	19.	M-19	35	55
2.	M-2	45	60	20.	M-20	50	70
3.	M-3	55	75	21.	M-21	55	75
4.	M-4	40	65	22.	M-22	45	65
5.	M-5	45	60	23.	M-23	60	85
6.	M-6	50	70	24.	M-24	65	90
7.	M-7	60	85	25.	M-25	50	75
8.	M-8	45	70	26.	M-26	35	55
9.	M-9	65	90	27.	M-27	45	65
10.	M-10	60	85	28.	M-28	50	75
11.	M-11	35	70	29.	M-29	70	95
12.	M-12	55	75	30.	M-30	60	85
13.	M-13	50	70	31.	M-31	65	90
14.	M-14	60	85	32.	M-32	55	80
15.	M-15	55	80	33.	M-33	45	75
16.	M-16	50	75	34.	M-34	50	75
17.	M-17	65	90	35.	M-35	60	85
18.	M-18	45	65	36.	M-36	65	90

Lampiran 30. Hasil *Pretes*t dan *Posstest* Soal Berpikir Kreatif Kelas Kontrol

Kelas X-1(Kelas Kontrol)

No.	Nama	Nilai		No.	Nama	Nilai	
		Pretest	***Posttest***			***Pretest***	***Posttest***
1.	N-1	40	60	19.	N-19	60	80
2.	N-2	50	70	20.	N-20	50	70
3.	N-3	45	65	21.	N-21	40	60
4.	N-4	60	60	22.	N-22	55	75
5.	N-5	35	55	23.	N-23	45	65
6.	N-6	50	70	24.	N-24	70	90
7.	N-7	65	85	25.	N-25	60	80
8.	N-8	45	65	26.	N-26	45	65
9.	N-9	35	55	27.	N-27	55	75
10.	N-10	45	65	28.	N-28	60	80
11.	N-11	55	75	9.	N-29	50	70
12.	N-12	50	70	30.	N-30	45	65
13.	N-13	60	80	31.	N-31	35	55
14.	N-14	45	65	32.	N-32	55	75
15.	N-15	65	85	33.	N-33	60	80
16.	N-16	60	80				
17.	N-17	55	75				
18.	N-18	40	60				

Lampiran 31. Lembar Jawaban *Posstest* Soal Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen

Instrumen Berpikir Kreatif

Nama : Salma Rameyza E.P

Kelas : X-2

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar!

1. Pandemi *COVID-19* yang disebabkan oleh virus *SARS-CoV-2* pertama kali terdeteksi di Wuhan, Tiongkok, pada akhir tahun 2019 dan dengan cepat meyebar ke seluruh dunia. Pandemi ini membawa dampkak besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang kesehatan, pendidikan, dan ekonomi global. Berikan beberapa gagasan mengenai bioteknologi yang dapat dikembangkan untuk mencegah atau mengurangi dampak pandemi serupa di masa depan?
   Jawab:
2. Bioteknologi merupakan ilmu yang memanfaatkan makhluk hidup atau bagian dari makhluk hidup untuk menghasilkan barang dan jasa guna memenuhi kebutuhan manusia. Dalam kehidupan sehari-hari, bioteknologi telah digunakan dalam berbagai bidang seperti pangan, pertanian, kesehatan, dan lingkungan. Jelaskan sesuai pendapatmu apa itu bioteknologi, kemudian uraikan salah satu penerapan bioteknologi yang kamu ketahui serta dampaknya terhadap lingkungan!
   Jawab:
3. Perhatikan gambar berikut ini!



(Sumber: Widyantini, 2023)

Kebutuhan kedelai dari produksi tahu dan tempe berkisar 50-100 kg per hari. Produksi tahu dan tempe yang begitu tinggi tersebut juga memerlukan pengelolaan hasil samping industri. Air limbah industri tahu ataupun tempe yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Salah satunya dampak bau dan eutrofikasi badan air penerima air limbah. Air limbah industri tahu mengandung protein tinggi sehingga kandungan nitrogen dan fosfat tinggi pada air limbah dapat berdampak pada aroma yang tidak sedap dan eutrofikasi.

Berikan beberapa solusi yang dapat dilakukan berkaitan penanggulangan limbah produksi tahu dan tempe yang tidak mengeluarkan banyak biaya?

Jawab:

4. Tanaman transgenik merupakan hasil bioteknologi berbasis rekayasa genetika. Masyarakat cenderung memilih penggunaan tanaman transgenik contohnya semangka tanpa biji. Sudah banyak tanaman transgenik yang dikembangkan sebab memiliki sifat-sifat unggul daripada tanaman asli nontransgenik. Jika kamu seorang petani yang akan mengembangkan tanaman transgenik, tanaman apa yang akan kamu hasilkan dan berbeda dengan tanaman transgenik lain? sebutkan dan jelaskan 3 tanaman tersebut!

   Jawab:

5. Di sekitar kita banyak sekali sumber pangan yang bisa dimanfaatkan untuk diolah menjadi produk makanan, baik yang berasal dari sumber pangan nabati maupun hewani. Pengolahan bahan makanan memiliki interelasi terhadap pemenuhan gizi masyarakat, maka tidak mengherankan jika semua negara baik yang sudah maju maupun berkembang berusaha untuk menyediakan suplai pangan yang cukup, aman dan bergizi. Bahana nabati dan hewani mudah rusak/busuk. Bagaimana pengelolaan bahan pangan yang tepat dengan memanfaatkan prinsip Bioteknologi?
   Jawab:
6. 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 alcohol. Setelah diselidiki ternyata kelompok 2 tidak menutup bagian atas singkong dengan daun pisang dan wadahnya tidak tertutup dengan rapat. Buatlah gagasan tentang rangkaian tata cara dalam pengolahan tapai singkong dengan proses fermentasi dengan tepat!
   Jawab:
7. Yoghurt A difermentasi selama 6 jam, sedangkan yoghurt B dan C selama 8 dan 10 jam. Diketahui bahwa semakin lama fermentasi berlangsung, maka total asam meningkat, pH menurun, kekentalan bertambah, dan jumlah bakteri asam laktat bertambah. Jika kamu menginginkan kondisi yoghurt dengan karakteristik fermentasi 6 jam, namun ingin mengonsumsinya di

kemudian hari, jelaskan langkah-langkah yang harus dilakukan agar proses fermentasi berhenti setelah 6 jam, sehingga kualitasnya tetap terjaga sesuai keinginan!

Jawab:

8. Dalam membuat adonan roti, diperlukan campuran tepung, air, garam, dan ragi. Kemudian adonan disimpan dalam wadah selama beberapa jam untuk proses fermentasi. Selama fermentasi, terjadi perubahan kimia pada adonan. Ragi merupakan jamur bersel satu yang mengubah amilum dan gula dalam tepung menjadi CO2 dan alkohol.



(Sumber: Widyantini, 2023)

Proses fermentasi yang terjadi menyebabkan adonan roti menjadi mengembang. Coba ciptakan kreativitas kalian dalam perencanaan pengolahan adonan roti sehingga tekstur roti dapat mengembang dengan baik selama proses fermentasi berlangsung!

Jawab:

9. Perhatikan gambar berikut ini!



(Sumber: Widyantini, 2023)

Amatilah gambar kacang merah diatas!

Buatlah rancangan pengolahan bahan baku kacang merah yang dilakukan menggunakan mikroorganisme sesuai kreativitas Anda!
Jawab:

10. Perhatikan gambar kacang merah di bawah ini!



(Sumber: Widyantini, 2023)
Jelaskan cara Anda merangkai rencana pemasaran produk tersebut!
Jawab:

Jawaban :

1) Pengembangan vaksin cepat dan adentif
Teknologi mRNA yang digunakan vaksin covid-19 terus dikembangkan agar mampu menghasilkan vaksin dengan lebih cepat terhadap virus baru

2) Bioteknologi adalah pemanfaatan makluk hidup bagian enzim, DNA. Proses biologis utk menghasilkan produk. Contoh : Rekayasa genetika pada tanaman tahan hama
Dampak : Meningkatkan hasil panen, potensi terjadinya perpindahan gen ke tanaman.

3) Pemanfaatan limbah cair utk pakan ternak

4) padi tahan kekeringan, tomat anti layu bakteri dan kaya antioksidan.

5) Fermentasi mengubah bahan pangan misi produk baru yang tahan lama dan bergizi. Contoh : Hewani (susu misi yoghurt / keju).

6) Pemilihan singkong yg segar, perebusan / pengukusan, pemberian ragi, fermentasi dlm 2-3 hari, penyimpanan tapai di dalam kulkas.

7) a. Gunakan timer agar tdk lbh dari 6 jam.
b. Masukan dlm kulkas
c. Gunakan wadah tertutup
d. Sterilisasi lingkungan
e. Gunakan ragi

8) - Gunakan campuran tempung tinggi protein
- Aktifkan ragi
- Penambahan madu / gula merah
- proses uleni 2 thp
- fermentasi ganda
- Suhu dan kelembapan
- panggang di oven

9) • Rendam selama 8-12 jam
• Rebus selama 10 menit, tiriskan
• Tambahkan mikroorganisme (ragi)
• Fermentasi
• Hasil olahan
• Simpan

10) Analisis pasar, produk, harga, promosi, Distribusi, dan Evaluasi

Lampiran 32. Perbandingan Nilai *Pretest* dan *Posttest* Berpikir Kreatif pada Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kelas Eksperimen *Pretest*

No. Urut Siswa	Jawaban Soal Berpikir Kreatif														
	Kelancaran			Jumlah	Keluwesan	Jumlah	Keaslian	Jumlah	Elaborasi						Jumlah
	1	2	3		4		5		6	7	8	9	10		
1	1	3	2	6	3	3	2	2	2	0	3	2	2		9
2	2	0	0	2	0	0	3	3	2	3	3	3	2		13
3	2	3	2	7	3	3	2	2	3	1	1	3	2		10
4	1	2	0	3	1	1	1	1	3	3	1	3	1		11
5	0	3	2	5	2	2	2	2	2	3	2	2	0		9
6	1	0	1	2	3	3	3	3	3	2	3	3	1		12
7	1	3	3	7	3	3	2	2	2	2	3	3	2		12
8	0	2	1	3	2	2	2	2	3	2	2	1	3		11
9	1	2	3	6	3	3	3	3	2	3	3	3	3		14
10	1	3	3	7	1	1	2	2	2	3	3	3	3		14
11	2	0	2	4	0	0	2	2	3	2	2	0	1		8
12	3	3	3	9	2	2	3	3	1	2	1	2	2		8
13	2	2	3	7	1	1	1	1	3	3	2	1	2		11
14	1	2	3	6	2	2	3	3	2	3	2	3	3		13
15	0	2	3	5	3	3	2	2	3	2	2	2	3		12
16	1	1	2	4	2	2	2	2	3	3	3	0	3		12
17	2	2	3	7	3	3	3	3	2	3	3	2	3		13
18	3	3	1	7	2	2	2	2	1	2	0	3	1		7
19	2	1	3	6	1	1	1	1	1	1	2	1	1		6
20	1	2	2	5	1	1	3	3	2	3	3	2	1		11
21	2	3	2	7	2	2	2	2	3	3	1	2	2		11
22	0	2	1	3	3	3	2	2	3	0	3	1	3		10
23	2	2	1	5	3	3	3	3	3	3	2	2	3		13
24	2	3	2	7	2	2	3	3	2	3	3	3	3		14
25	2	3	3	8	2	2	2	2	0	3	3	1	1		8
26	1	2	1	4	2	2	0	0	1	3	2	1	1		8
27	1	2	2	5	3	3	1	1	3	2	2	1	1		9
28	2	2	2	6	1	1	3	3	1	3	2	3	1		10
29	2	3	3	8	3	3	3	3	2	3	3	3	3		14
30	2	2	2	6	3	3	3	3	3	2	3	1	3		12
31	3	3	3	9	2	2	3	3	2	2	3	2	3		12
32	1	2	3	6	2	2	3	3	3	3	0	3	2		11
33	1	2	2	5	3	3	3	3	2	2	0	2	1		7
34	2	0	2	4	3	3	2	2	2	2	2	3	2		11
35	2	2	2	6	2	2	3	3	3	3	3	2	2		13
36	1	3	3	7	3	3	3	3	3	3	2	3	2		13
Total				204		77		83							392
Max				9		3		3							14
Min				2		0		0							6
Mean				5,66		2,138		2,305							10,888
SD				1,78885		0,89929		0,78629							2,22682
%				47,22		53,47		57,63							54,44
Rata-rata							53,19								

Kelas Eksperimen *Posttest*

No. Urut Siswa	Jawaban Soal Berpikir Kreatif													
	Kelancaran			Jumlah	Keluwesan	Jumlah	Keaslian	Jumlah	Elaborasi					Jumlah
	1	2	3		4		5		6	7	8	9	10	
1	2	3	3	8	4	4	2	2	3	2	2	3	4	14
2	2	2	2	6	2	2	3	3	2	3	3	3	2	13
3	3	3	2	8	4	4	3	3	4	3	2	4	2	15
4	2	3	2	7	2	2	2	2	4	3	2	3	3	15
5	2	4	3	9	2	2	2	2	2	3	2	2	2	11
6	2	2	2	6	3	3	3	3	4	2	3	3	4	16
7	2	4	4	10	4	4	3	3	4	2	4	3	4	17
8	2	2	2	6	3	3	3	3	4	3	2	3	4	16
9	2	3	4	9	3	3	4	4	4	4	4	4	4	20
10	2	4	4	10	3	3	3	3	3	3	4	4	4	18
11	3	2	2	7	2	2	4	4	4	2	4	2	3	15
12	4	3	3	10	4	4	4	4	2	2	2	2	4	12
13	2	2	3	7	3	3	2	2	3	4	2	4	3	16
14	3	3	4	10	2	2	4	4	3	4	4	3	4	18
15	3	2	4	9	4	4	3	3	4	3	2	3	4	16
16	2	2	3	7	3	3	3	3	3	4	4	2	4	17
17	3	3	4	10	4	4	4	4	4	3	4	3	4	18
18	3	4	2	9	2	2	2	2	2	2	3	4	2	13
19	3	2	3	8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10
20	2	2	2	6	3	3	4	4	2	4	4	3	2	15
21	3	4	2	9	2	2	2	2	4	4	2	4	3	17
22	2	2	2	6	3	3	2	2	4	2	3	2	4	15
23	3	4	4	11	4	4	3	3	4	3	2	3	4	16
24	4	4	3	11	3	3	4	4	3	4	4	4	3	18
25	3	4	3	10	2	2	3	3	2	3	4	3	3	15
26	2	2	2	6	2	2	2	2	2	4	2	2	2	12
27	2	3	2	7	3	3	2	2	4	2	3	2	3	14
28	3	3	3	9	2	2	4	4	2	4	2	4	3	15
29	4	4	4	12	4	4	4	4	3	3	4	4	4	18
30	3	3	4	10	4	4	4	4	4	2	4	2	4	16
31	4	3	4	11	4	4	4	4	3	3	4	3	4	17
32	2	3	4	9	4	4	4	4	4	3	3	3	2	15
33	2	4	3	9	4	4	4	4	2	2	3	2	4	13
34	3	2	4	9	4	4	2	2	3	2	3	4	3	15
35	3	2	4	9	3	3	3	3	4	4	4	3	4	19
36	4	4	4	12	4	4	3	3	4	3	3	4	3	17
Total				312		111		110						557
Max				12		4		4						20
Min				6		2		2						10
Mean				8,666		3,083		3,055						15,47
SD				1,772811		0,840918		0,8261596						2,248633
%				72,22		77,08		76,38						77,36
Rata-rata							75,76							

Kelas Kontrol *Pretest*

No. Urut Siswa	Jawaban Soal Berpikir Kreatif													
	Kelancaran			Jumlah	Keluwesan	Jumlah	Keaslian	Jumlah	Elaborasi					Jumlah
	1	2	3		4		5		6	7	8	9	10	
1	2	0	1	3	0	0	3	3	3	2	2	2	1	10
2	1	1	3	5	2	2	3	3	2	2	2	3	1	10
3	2	2	0	4	2	2	3	3	3	2	2	2	0	9
4	1	3	3	7	3	3	2	2	2	3	2	3	2	12
5	2	2	3	7	2	2	3	3	0	0	0	2	0	2
6	2	2	0	4	3	3	3	3	3	3	2	2	0	10
7	2	3	2	7	3	3	3	3	1	3	3	3	3	13
8	0	2	2	4	1	1	3	3	3	3	3	1	0	10
9	1	1	1	3	1	1	2	2	2	1	3	1	1	8
10	1	1	3	5	0	0	3	3	2	2	3	1	2	10
11	2	3	3	8	3	3	3	3	3	2	2	0	1	8
12	2	2	3	7	2	2	1	1	3	2	3	1	1	10
13	2	2	3	7	2	2	3	3	3	3	3	2	1	12
14	1	2	2	5	0	0	3	3	2	3	3	2	0	10
15	2	3	2	7	3	3	3	3	3	2	2	3	3	13
16	1	2	3	6	3	3	3	3	3	3	3	2	1	12
17	2	0	3	5	2	2	3	3	2	3	3	1	3	12
18	3	3	3	9	1	1	0	0	2	0	0	3	1	6
19	1	1	3	5	3	3	3	3	3	3	3	2	2	13
20	2	3	0	5	3	3	3	3	1	2	3	2	1	9
21	1	3	0	4	1	1	2	2	3	2	1	2	1	9
22	0	2	2	4	3	3	3	3	3	1	3	2	3	12
23	2	2	1	5	2	2	3	3	3	0	2	1	2	8
24	2	3	3	8	2	2	3	3	3	3	3	3	3	15
25	3	3	3	9	2	2	3	3	0	3	2	2	3	10
26	2	3	2	7	1	1	1	1	1	2	3	2	1	9
27	2	1	3	6	1	1	2	2	3	3	3	1	3	13
28	2	2	2	6	3	3	3	3	1	3	2	3	3	12
29	0	3	1	4	2	2	2	2	3	3	2	1	3	12
30	1	2	2	5	1	1	2	2	3	1	2	2	2	10
31	2	1	1	4	1	1	3	3	2	0	3	1	0	6
32	2	2	3	7	0	0	3	3	3	3	1	3	2	12
33	1	3	3	7	2	2	2	2	3	3	1	3	3	13
Total				189		60		85						340
Max				9		3		3						15
Min				3		0		0						2
Mean				5,727		1,818		2,575						10,3
SD				1,64455		1,01411		0,751262						2,56765
%				47,72		45,45		64,39						51,51
Rata-rata	52,2675													

Kelas Kontrol *Posttest*

No. Urut Siswa	Jawaban Soal Berpikir Kreatif													
	Kelancaran			Jumlah	Keluwesan	Jumlah	Keaslian	Jumlah	Elaborasi					Jumlah
	1	2	3		4		5		6	7	8	9	10	
1	3	2	2	7	2	2	3	3	4	2	2	2	2	12
2	2	2	3	7	4	4	4	4	2	2	4	3	2	13
3	2	3	2	7	2	2	4	4	3	2	3	3	2	13
4	1	3	3	7	3	3	2	2	2	3	2	2	3	12
5	2	2	3	7	2	2	3	3	2	2	2	2	2	10
6	3	2	2	7	4	4	4	4	3	3	3	2	2	13
7	3	3	3	9	3	3	4	4	2	4	4	4	4	18
8	2	2	3	7	2	2	3	3	4	3	3	2	2	14
9	2	2	2	6	2	2	3	3	2	2	3	2	2	11
10	2	2	4	8	2	2	3	3	2	2	4	2	3	13
11	3	4	4	11	3	3	3	3	4	3	2	2	2	13
12	3	2	4	9	3	3	2	2	3	2	4	3	2	14
13	3	3	3	9	2	2	4	4	4	4	4	3	2	17
14	2	2	3	7	2	2	4	4	3	3	3	2	2	13
15	2	4	2	8	4	4	4	4	4	3	3	4	4	18
16	2	3	3	8	4	4	3	3	4	3	4	3	3	17
17	2	2	4	8	3	3	4	4	2	4	3	2	4	15
18	3	3	3	9	2	2	2	2	2	2	2	3	2	11
19	2	3	3	8	3	3	4	4	4	4	4	2	3	17
20	3	4	2	9	3	3	3	3	2	2	4	3	2	13
21	2	4	2	8	2	2	2	2	3	2	2	2	3	12
22	2	3	2	7	3	3	3	3	4	2	4	3	4	17
23	3	3	2	8	2	2	3	3	4	2	2	2	3	13
24	3	4	4	11	3	3	3	3	4	4	3	4	4	19
25	4	3	4	11	3	3	3	3	2	3	3	3	4	15
26	3	3	2	8	3	3	2	2	2	2	4	3	2	13
27	3	2	3	8	3	3	2	2	4	3	4	2	4	17
28	3	2	3	8	4	4	3	3	3	3	3	4	4	17
29	2	3	2	7	2	2	3	3	3	3	3	3	4	16
30	2	2	3	7	3	3	3	3	4	2	2	3	2	13
31	2	2	2	6	2	2	3	3	2	2	3	2	2	11
32	2	3	3	8	2	2	4	4	3	4	3	3	3	16
33	2	4	3	9	3	3	2	2	3	4	3	4	4	18
Total				264		90		102						474
Max				11		4		4						19
Min				6		2		2						10
Mean				8		2,727		3,09						14,36
SD				1,274755		0,719059		0,722999						2,485183
%				66,66		68,18		77,27						71,81
Rata-rata							70,98							

Lampiran 33. Uji Normalitas Berpikir Kreatif *Pretest* dan *Posttest*

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Kelas	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	Pre-test Kontrol	.136	33	.127	.954	33	.178
	Post-test Kontrol	.144	33	.081	.956	33	.197
	Pre-test Eksperimen	.135	36	.097	.951	36	.114
	Post-test Ekpserimen	.143	36	.062	.955	36	.145

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 34. Uji Homogenitas Berpikir Kreatif *Pretest* dan *Posttest*

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	.253	3	134	.859
	Based on Median	.202	3	134	.895
	Based on Median and with adjusted df	.202	3	130.203	.895
	Based on trimmed mean	.281	3	134	.839

Lampiran 35. Uji Ancova Berpikir Kreatif *Pretest* dan *Posttest*

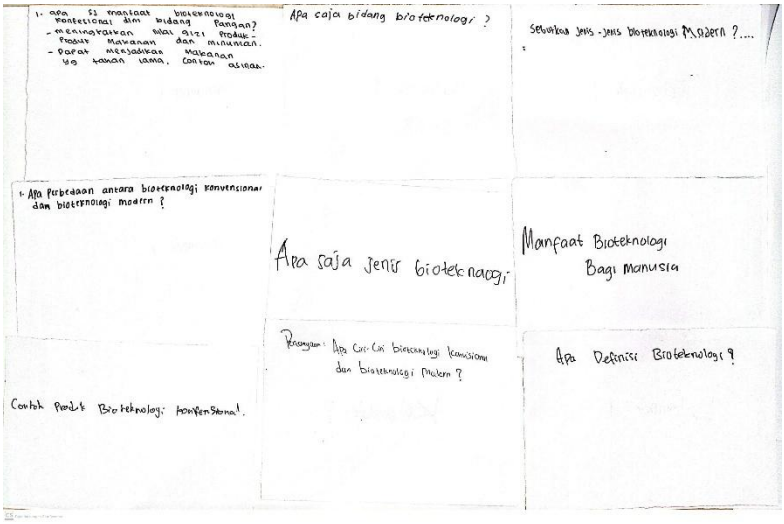
Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Post_test

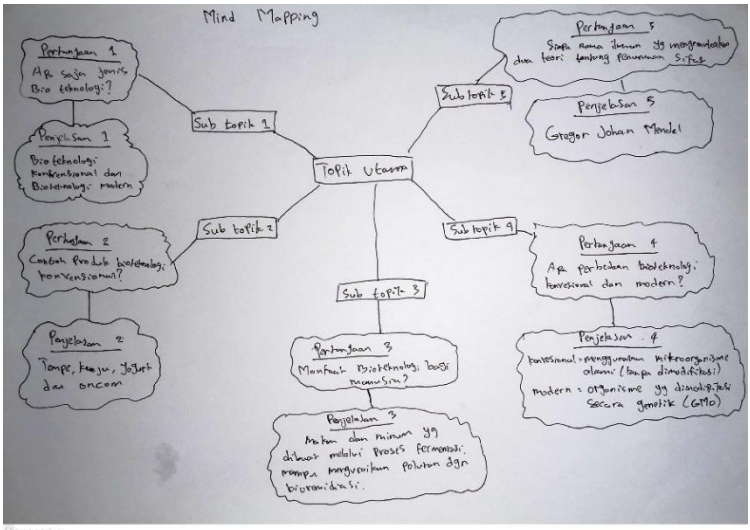
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6353.631[a]	2	3176.816	234.289	.000
Intercept	898.869	1	898.869	66.291	.000
Pre_test	5880.901	1	5880.901	433.714	.000
Metode_Pembelajaran	245.252	1	245.252	18.087	.000
Error	894.920	66	13.559		
Total	376850.000	69			
Corrected Total	7248.551	68			

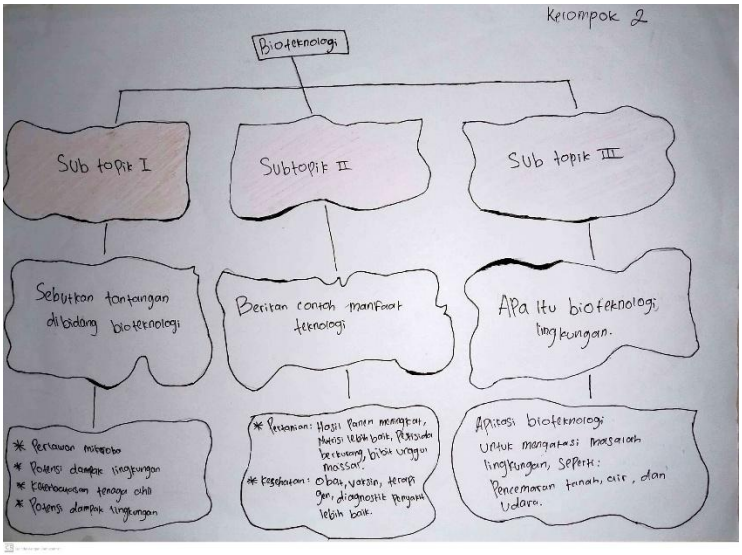
a. R Squared = ,877 (Adjusted R Squared = ,873)

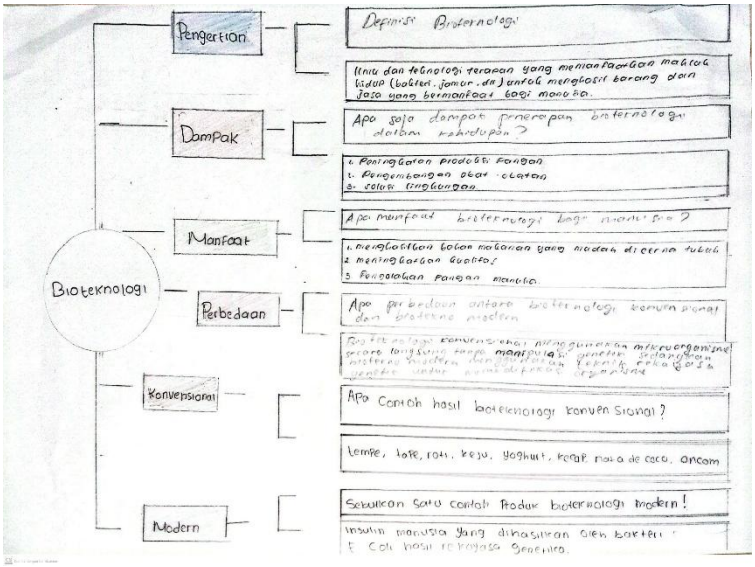
Lampiran 36. Lembar Jawaban Kartu Pertanyaan Siswa *(QSH)*



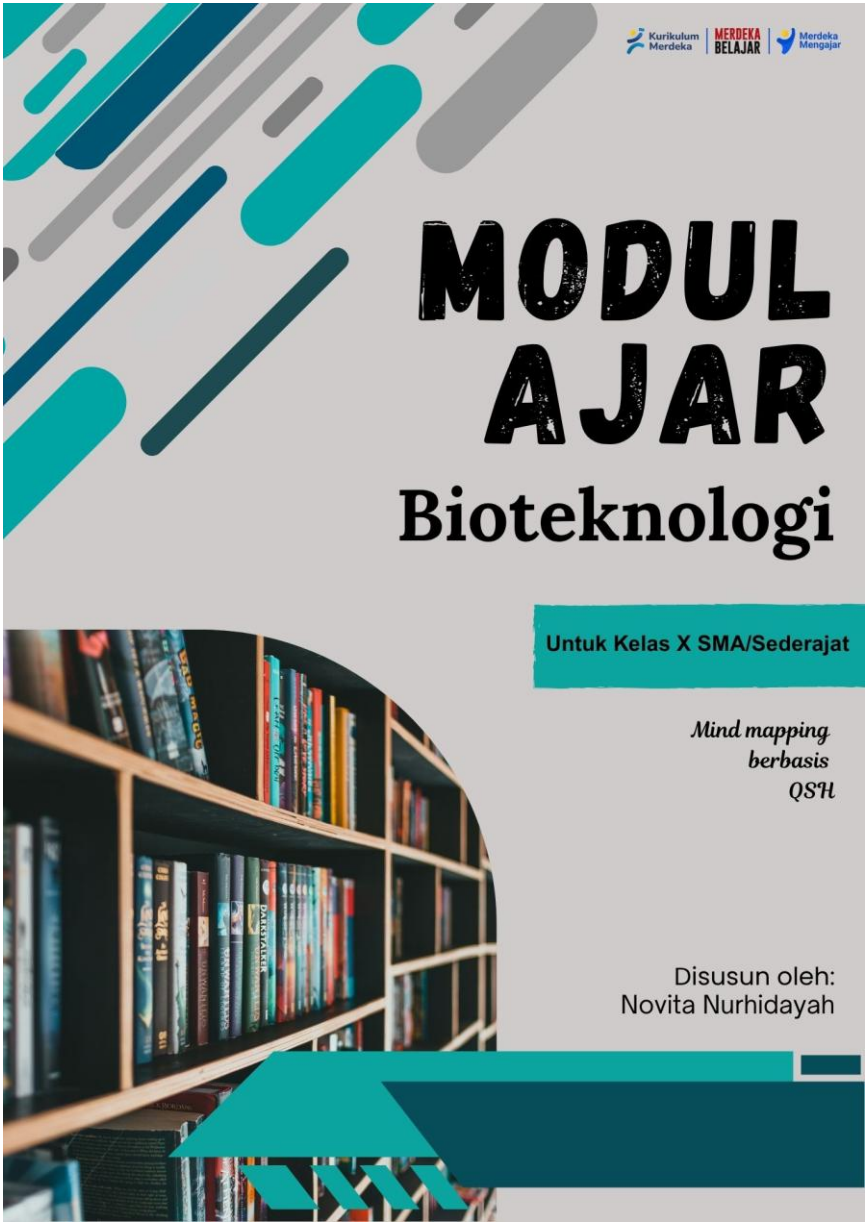
Lampiran 37. Lembar Jawaban peta konsep atau *Mind mapping* Siswa




Kelompok 2
Bioteknologi
Sub topik I
Subtopik II
Sub topik III
Sebutkan tantangan dibidang bioteknologi
Berikan contoh manfaat teknologi
Apa itu bioteknologi lingkungan.
* Pertanian meterobo
* Potensi dampak lingkungan
* Keterbatasan tenaga ahli
* Potensi dampak lingkungan
* Pertanian: Hasil Panen meningkat, Nutrisi lebih baik, Produksi berkurang, bibit unggul massal.
* Kesehatan: obat, vaksin, terapi gen, diagnostik penyakit lebih baik.
Aplikasi bioteknologi untuk mengatasi masalah lingkungan, seperti: Pencemaran tanah, air, dan udara.


Bioteknologi
Pengertian
Definisi Bioteknologi
Ilmu dan teknologi terapan yang memanfaatkan makhluk hidup (bakteri, jamur, dll) untuk menghasilkan barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia.
Dampak
Apa saja dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan?
1. Peningkatan produksi pangan
2. Pengembangan obat-obatan
3. solusi lingkungan
Manfaat
Apa manfaat bioteknologi bagi manusia?
1. Menghasilkan bahan makanan yang modern dan cerna tubuh
2. Meningkatkan kualitas
3. Pengolahan pangan manusia
Perbedaan
Apa perbedaan antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern
Bioteknologi konvensional menggunakan mikroorganisme secara langsung tanpa manipulasi genetik sedangkan bioteknologi modern menggunakan teknik rekayasa genetik untuk memodifikasi organisme
Konvensional
Apa Contoh hasil bioteknologi konvensional?
Lempe, tape, roti, keju, yoghurt, kefir, nata de coco, oncom
Modern
Sebutkan satu contoh produk bioteknologi modern!
Insulin manusia yang dihasilkan oleh bakteri E. Coli hasil rekayasa genetika.

Lampiran 38. Modul Ajar Kelas Eksperimen



KURIKULUM MERDEKA

MATERI BIOTEKNOLOGI

Nama Penyusun : Novita Nurhidayah

Instansi : SMAN 16 Semarang

Tahun Ajaran : 2024/2025

Kelas/Fase : X (Sepuluh)/E

Semester : Genap

Alokasi Waktu : 6 x 45 menit (4 JP/ 3 Pertemuan)

1. Kompetensi Awal

Kata Kunci	Siswa mampu mengidentifikasi produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan dan menganalisis bioteknologi konvensional.
Pengetahuan Dasar	Penerapan Bioteknologi di berbagai bidang diantaranya dalam bidang pangan contohnys tempe; pertanian contohnya tanaman transgenik; peternakan contohnya pengembangan sapi transgenik ; kesehatan contohnya vaksin; bidang lingkungan contohnya fitoremediasi; forensik contohnya DNA fingerprinting. Berdasarkan jenisnya, terbagi menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang masih menggunakan teknik tradisional. Sedangkan bioteknologi modern adalah pengaplikasian bioteknologi yang menggunakan agen hayati yang direkayasa untuk dapat membuat produk dalam skala industri.

2. Profil Pelajar Pancasila

Dimensi	Elemen
Beriman dan Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa	Siswa percaya bahwa segala peristiwa khususnya pada bidang biologi yang terjadi di kehidupan merupakan atas kehendak Tuhan Yang Maha Esa.
Mandiri	Siswa mampu mengatur pikiran, sikap, dan perilaku dirinya untuk mengikuti pembelajaran sehingga mampu mengembangkan dirinya dalam mencapai tujuan pembelajaran.
Bernalar kritis	Siswa memiliki ide atau gagasan terkait materi yang disampaikan untuk menganalisis dan merefleksi pemikiran dalam mengambil Keputusan.
Kreatif	Siswa memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan pada materi yang disampaikan.

3. Sarana dan Prasarana

Fasilitas	Papan Tulis, Proyektor, LKPD, Alat Tulis, Modul Ajar, Ruang Kelas.
Lingkungan Belajar	Lingkungan Sekolah (Ruang Kelas)

4. Target Siswa

Kategori Siswa	• Siswa Fase E / Kelas X • Siswa yang menjadi target dalam pembelajaran adalah siswa regular dengan tipikal umum, tidak ada kesulitan dalam memahami materi tertentu
Ketersediaan Materi	Modul Ajar

5. Model Pembelajaran

- Pendekatan : Saintifik
- Model : Kooperatif
- Metode : *Mindmapping* berbabis *QSH*

I. Capaian Pembelajaran

Capaian Pembelajaran	Pada akhir fase E, siswa memiliki kemampuan menciptakan argumen atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya**, inovasi teknologi biologi,** komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.
Keterampilan Proses	**1) Mengamati** Siswa mampu memilih alat bantu sesuai kebutuhkan untuk melakukan pengukuran dan pengamatan. **2) Merencanakan dan memprediksi** Mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang selanjutnya dapat diselidiki secara ilmiah. Siswa menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi.

	3) Merencanakan dan melakukan penyelidikan Siswa mampu merencanakan penyilidikan ilmiah serta melakukan beberapa langkah operasional sesuai referensi yang benar sehingga dapat menjawab pertanyaan. Siswa melakukan pengukuran atau membandingkan variabel terikat dengan menggunakan alat yang sesuai serta memperhatikan kaidah ilmiah. **4) Memproses, menganalisis data dan informasi** Menafsirkan informasi yang diperoleh dengan jujur dan tanggung jawab. Menganalisis dengan menggunakan alat dan metode yang sesuai, dan menilai relevansi informasi yang diperoleh dengan mencantumkan referensi sebagai rujukan, serta membuat kesimpulan berdasarkan hasil penyelidikan. **5) Mengevaluasi dan refleksi** Mengevaluasi kesimpulan dengan membandingkan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan terhadap proses penyelidikan dan pengaruhnya terkait data yang diperoleh. Menunjukkan permasalahan pada metodologi dan mengusulkan saran

	perbaikan untuk proses penyelidikan berikutnya. **6) Mengomunikasikan hasil** Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh yang di dalamnya memuat pertimbangan keamanan, lingkungan, dan etika yang didasari dengan argumen, Bahasa, serta nevensi sains berdasarkan konteks penyelidikan.

III.Tujuan Pembelajaran

1. Mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi
2. Menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern
3. Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
4. Menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia
5. Menganalisis dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan
6. Merancang produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan

III.Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi dengan benar
2. Siswa mampu menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern dengan benar

3. Siswa mampu mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan dengan benar
4. Siswa menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia dengan benar
5. Siswa mampu menganalisis dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan dengan benar
6. Siswa mampu merancang produk pemanfataan bioteknologi dalam kehidupan dengan benar

IV. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan ke – 1

Tujuan Pembelajaran :

1. Mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi
2. Menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern

Model Pembelajaran

- Pendekatan : Saintifik
- Model : Kooperatif
- Metode : *Mindmapping* berbasis *QSH*

Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (2 JP)

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
Pendahuluan		• Siswa masuk ke kelas dalam kondisi siap belajar.	5 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		• Guru memberikan salam pembuka dan berdoa bersama. **(Beriman)** • Guru mengecek kehadiran Siswa. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.	
Inti (*Mind Mapping berbasis QSH)*	**Sintaks 1 : Orientasi dan Pemberian Stimulus**	• Guru menjelaskan materi bioteknologi mengenai pengertian bioteknologi, produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan, dan bioteknologi konvensional • Guru menarik dan memancing rasa ingin tahu siswa dengan memberikan stimulus berupa kasus mengenai materi bioteknologi, misalnya "Seorang pengusaha kecil memproduksi tempe rumahan. Ia menggunakan ragi tempe (kapang *Rhizopuz oligosporus*) untuk	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		memfermentasi kedelai. Suatu saat, karena cuaca terlalu lembab dan bahan baku tidak segar, hasil tempenya menjadi berbau asam dan teksturnya lembek, sehingga tidak laku dijual di pasar. Kemudian ia mempelajari cara menjaga kebersihan alat, suhu ruangan, dan kualitas kedelai untuk menjaga proses fermentasi tetap optimal" Lalu guru memberikan pertanyaan mengenai kasus tersebut seperti "Fermantasi termasuk kategori bioteknologi konvensional atau modern? Jelaskan alasannya!", "Apa jenis mikroorganisme yang diguakan dalam fermentasi tempe, dana pa perannya?", "Mengapa proses fermentasi bisa gagal?", dan "Apa langkah yang dapat dilakukan untuk	

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		menjaga kualitas tempe saat proses fermentasi? ***(Creative Thinking)*** • Siswa mendengarkan penjelasan guru mengenai pengantar topik materi bioteknologi	
	Sintaks 2 : Penggalian Pertanyaan *(Question Student Have)*	• Guru meminta siswa secara individu untuk menuliskan pertanyaan-pertanyaan yang mereka miliki terkait topik pada potongan kertas (ukuran kartu pos) yang dibagikan kepada siswa. • Kartu tersebut tanpa diberi identitas atau nama. Pertanyaan bisa berbentuk ”Apa itu...?”, ”Mengapa...?”. ”Bagaimana...?, dsb. ***(Critical Thinking,* Mandiri*)***	10 menit
	Sintaks 3 : Penyusunan *Mind Mapping* dan Eksplorasi	• Siswa ditugaskan membuat *mind map* atau peta pikiran bersama kelompoknya	25 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		(yang telah dibentuk sebelumnya) yang memuat pertanyaan yang terdapat pada potongan-potongan kartu. (LKPD I) • Peta konsep berpusat pada topik utama, lalu bercabang pada pertanyaan siswa, lalu bercabang lagi pada sub-cabang berisi jawaban hasil eksplorasi • Peta konsep dapat disusun menggunakan warna, simbol, atau gambar untuk memperjelas hubungan antargagasan. • Guru memberi akses sumber belajar melalui buku, artikel, atau video. ***(Critical Thinking, Creative Thinking, Collaboration)***	
	Sintaks 4 : Presentasi dan Diskusi	• Siswa diminta untuk memaparkan hasil *mind map,* lalu siswa lainnya	20 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		memberikan umpan balik berupa saran dan masukan. • Guru memfasilitasi dan memberi arahan saat presentasi kelompok dan diskusi kelompok. ***(Critical Thinking)***	
	Sintaks 5: Refleksi dan Evaluasi	• Guru melakukan refleksi atas kegiatan pembelajaran mengenai apa saja yang telah dipelajari, pertanyaan siswa yang tersisa, serta keterkaitan topik dengan kehidupan nyata. • Guru melakukan evaluasi untuk menilai kemajuan kelompok dan hasil yang tercapai.	10 menit
Penutup		• Guru dan Siswa menyimpulkan mengenai poin-poin penting pada kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan. ***(Critical Thinking)*** • Guru memberikan tugas kepada siswa berupa LKPD	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		mengenai topik yang telah di bahas dan dikumpulkan pada pertemuan selanjutnya. • Guru menyampaikan kegiatan untuk pertemuan selanjutnya. • Guru menutup pertemuan dengan membaca hamdallah dilanjutkan membaca doa kemudian salam penutup. **(Beriman)**	

Pertemuan ke – 2

Tujuan Pembelajaran :

1. Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
2. Menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia

Model Pembelajaran

- Pendekatan : Saintifik
- Model : Kooperatif
- Metode : *Mindmapping* berbasis *QSH*

Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (2 JP)

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
Pendahuluan		• Siswa masuk ke kelas dalam kondisi siap belajar. • Guru memberikan salam pembuka dan berdoa bersama. **(Beriman)** • Guru mengecek kehadiran Siswa. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.	5 menit
Inti (*Mind Mapping berbasis QSH)*	**Sintaks 1 : Orientasi dan Pemberian Stimulus**	• Guru menjelaskan materi bioteknologi mengenai pengertian bioteknologi, produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan, dan bioteknologi konvensional • Guru menarik dan memancing rasa ingin tahu siswa dengan memberikan stimulus berupa kasus mengenai materi bioteknologi, misalnya Siswa SMA mengikuti proyek lingkungan untuk mengolah	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		limbah organik dari kantin sekolah. Dengan kontribusi guru biologi, mereka memanfaatkan mikroorganisme seperti *Rhizobium* dan *Azotobacter* untuk membuat biofertilizer (pupuk hayati) melalui proses fermentasi. Pupuk ini digunakan untuk menyuburkan taman sekolah dan kebun sayur di lingkungan sekolah. Tanaman tumbuh lebih baik tanpa menggunakan pupuk kimia, dan siswa memahami cara kerja mikroba dalam meningkatkan unsur hara tanah. Lalu guru memberikan pertanyaan mengenai kasus tersebut seperti "Apa manfaat biofertilizer yang dibuat oleh siswa bagi lingkungan	

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		sekolah dan pertanian?", "Mengapa mikroorganisme seperti *Rhizobium* penting dalam proses pembuatan pupuk hayati?", dan "Apa keunggulan pupuk hayati dibandingkan pupuk kimia? Jelaskan pendapatmu?" ***(Creative Thinking)*** • Siswa mendengarkan penjelasan guru mengenai pengantar topik materi bioteknologi	
	Sintaks 2 : Penggalian Pertanyaan *(Question Student Have)*	• Guru meminta siswa secara individu untuk menuliskan pertanyaan-pertanyaan yang mereka miliki terkait topik pada potongan kertas (ukuran kartu pos) yang dibagikan kepada siswa. • Kartu tersebut tanpa diberi identitas atau nama. Pertanyaan bisa	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		berbentuk ”Apa itu...?”, ”Mengapa...?”. ”Bagaimana...?, dsb. ***(Critical Thinking,* Mandiri*)***	
	Sintaks 3 : Penyusunan *Mind Mapping* dan Eksplorasi	• Siswa ditugaskan membuat *mind map* atau peta pikiran bersama kelompoknya (yang telah dibentuk sebelumnya) yang memuat pertanyaan yang terdapat pada potongan-potongan kartu. (LKPD II) • Peta konsep berpusat pada topik utama, lalu bercabang pada pertanyaan siswa, lalu bercabang lagi pada sub-cabang berisi jawaban hasil eksplorasi • Peta konsep dapat disusun menggunakan warna, simbol, atau gambar untuk memperjelas hubungan antargagasan. • Guru memberi	25 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		akses sumber belajar melalui buku, artikel, atau video. ***(Critical Thinking, Creative Thinking, Collaboration)***	
	Sintaks 4 : Presentasi dan Diskusi	• Siswa diminta untuk memaparkan hasil *mind map,* lalu siswa lainnya memberikan umpan balik berupa saran dan masukan. • Guru memfasilitasi dan memberi arahan saat presentasi kelompok dan diskusi kelompok. ***(Critical Thinking)***	20 menit
	Sintaks 5: Refleksi dan Evaluasi	• Guru melakukan refleksi atas kegiatan pembelajaran mengenai apa saja yang telah dipelajari, pertanyaan siswa yang tersisa, serta keterkaitan topik dengan kehidupan nyata. • Guru melakukan evaluasi untuk menilai kemajuan kelompok dan hasil yang tercapai.	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
Penutup		• Guru dan Siswa menyimpulkan mengenai poin-poin penting pada kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan. ***(Critical Thinking)*** • Guru menyampaikan kegiatan untuk pertemuan selanjutnya. • Guru menutup pertemuan dengan membaca hamdallah dilanjutkan membaca doa kemudian salam penutup. **(Beriman)**	10 menit

Pertemuan ke – 3

Tujuan Pembelajaran :

1. Menganalisis dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan
2. Merancang produk pemanfaatan bioteknologi

Model Pembelajaran

- Pendekatan : Saintifik
- Model : Kooperatif

- Metode : *Mindmapping* berbasis *QSH*

Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (2 JP)

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
Pendahuluan		• Siswa masuk ke kelas dalam kondisi siap belajar. • Guru memberikan salam pembuka dan berdoa bersama. **(Beriman)** • Guru mengecek kehadiran Siswa. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.	5 menit
Inti (*Mind Mapping berbasis QSH)*	**Sintaks 1 : Orientasi dan Pemberian Stimulus**	• Guru menjelaskan materi bioteknologi mengenai pengertian bioteknologi, produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan, dan bioteknologi konvensional • Guru menarik dan memancing rasa ingin tahu siswa dengan memberikan stimulus berupa kasus mengenai materi bioteknologi,	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		misalnya Tim peneliti SMA merancang produk bioteknologi modern berupa beras hasil rekayasa genetika (GMO) yang dapat bertahan lebih lama setelah dimasak. Beras ini dimodifikasi secara genetik untuk memperlambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk pada nasi, sehingga nasi tidak cepat basi meskipun disimpan pada suhu ruang selama beberapa jam. Teknologi ini diharapkan dapat mengurangi pemborosan makanan dan menghemat energi karena tidak perlu disimpan di kulkas". Lalu guru memberikan pertanyaan mengenai kasus tersebut, seperti "Jelaskan mengapa kasus ini termasuk bioteknologi	

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		modern? Apa yang membedakan bioteknologi konvensional dan modern?", "Apa keuntungan dari penggunaan beras hasil rekayasa genetika dalam kehidupan sehari-hari?", "Sebutkan satu potensi risiko dari konsumsi produk hasil rekayasa genetika dan bagaimana cara mengatasinya!", "Apa pendapatmu tentang etika penggunaan rekayasa genetika dalam bahan pangan? Jelaskan alasannya!" ***(Creative Thinking)*** • Siswa mendengarkan penjelasan guru mengenai pengantar topik materi bioteknologi	
	Sintaks 2 : Penggalian Pertanyaan *(Question Student Have)*	• Guru meminta siswa secara individu untuk menuliskan pertanyaan-	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		pertanyaan yang mereka miliki terkait topik pada potongan kertas (ukuran kartu pos) yang dibagikan kepada siswa. • Kartu tersebut tanpa diberi identitas atau nama. Pertanyaan bisa berbentuk "Apa itu...?", "Mengapa...?". "Bagaimana...?, dsb. ***(Critical Thinking,* Mandiri*)***	
	Sintaks 3 : Penyusunan *Mind Mapping* dan Eksplorasi	• Siswa ditugaskan membuat *mind map* atau peta pikiran bersama kelompoknya (yang telah dibentuk sebelumnya) yang memuat pertanyaan yang terdapat pada potongan-potongan kartu. (LKPD III) • Peta konsep berpusat pada topik utama, lalu bercabang pada pertanyaan siswa, lalu bercabang lagi pada sub-cabang	25 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		berisi jawaban hasil eksplorasi • Peta konsep dapat disusun menggunakan warna, simbol, atau gambar untuk memperjelas hubungan antargagasan. • Guru memberi akses sumber belajar melalui buku, artikel, atau video. ***(Critical Thinking, Creative Thinking, Collaboration)***	
	Sintaks 4 : Presentasi dan Diskusi	• Siswa diminta untuk memaparkan hasil *mind map,* lalu siswa lainnya memberikan umpan balik berupa saran dan masukan. • Guru memfasilitasi dan memberi arahan saat presentasi kelompok dan diskusi kelompok. ***(Critical Thinking)***	20 menit
	Sintaks 5: Refleksi dan Evaluasi	• Guru melakukan refleksi atas kegiatan pembelajaran mengenai apa saja yang telah	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		dipelajari, pertanyaan siswa yang tersisa, serta keterkaitan topik dengan kehidupan nyata. • Guru melakukan evaluasi untuk menilai kemajuan kelompok dan hasil yang tercapai.	
Penutup		• Guru dan Siswa menyimpulkan mengenai poin-poin penting pada kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan. ***(Critical Thinking)*** • Guru menyampaikan kegiatan untuk pertemuan selanjutnya. • Guru menutup pertemuan dengan membaca hamdallah dilanjutkan membaca doa kemudian salam penutup. **(Beriman)**	10 menit

V. Media dan Alat Pembelajaran

PPT, Proyektor, Modul Ajar, LKPD, Buku Paket atau Buku Ajar lainnya.

VI. Sumber Belajar

Buku/ E-Book / Sumber Cetak	• Dewi, E. R. S, Dyah, Widyastuti, D. A., & Nurwahyunani, A. (2020). Buku Ajar Bioteknologi. Semarang: UNIVERSITAS PGRI SEMARANG PRESS. • Parwito, Hamzah, P., Setyono, B. D. H., Daten, H., Sani, M. D., Tenriawan, E. P., Alang, H., Ashar, J. R., Farhanah, A., Sari, S. P., Pratiwi, E. R., Prasetyawan, F., & Hastuti. (2024). Sumedang: CV. Mega Press Nusantara.
Chanel Youtube	1) https://rb.gy/6tevpe 2) https://tinyurl.com/56aj48ww 3) https://tinyurl.com/5njsmvs4 4) https://tinyurl.com/397cff65 5) https://tinyurl.com/2c65bc8d

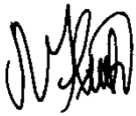
VII,Penilaian

Aspek Penliaian	Teknik	Instrumen	Keterangan
Sikap	Observasi	Lembar Observasi Sikap	Rubrik penilaian terlampir
Pengetahuan	Tes	• Penugasan *Mind mapping* berbasis *QSH* • LKPD	*Mind mapping* atau peta pikiran termuat dalam LKPD yang ditugaskan pada sintaks pembelajaran (Rubrik penilaian terlampir)
Keterampilan	Observasi	Lembar observasi keterampilan	Rubrik penilaian terlampir

Semarang, 17 April 2025

Guru Pamong, Praktikan,





(Atsni Wahyu Lestari, S.Pd.) (Novita Nurhidayah)

Lampiran 1

MATERI

Bioteknologi telah mengalami beberapa tahap perkembangan yakni meliputi :

1) Bioteknologi kuno dimulai oleh sejarah awal yang berhubungan dengan makanan dan domestikasi
2) Bioteknologi klasik merupakan bioteknologi yang cukup sederhana yang sudah diaplikasikan oleh masyarakat selama ribuan tahun. Bioteknologi klasik terdiri dari bioteknologi kuno. Fermentasi dalam produksi makanan dan obat termasuk ke dalam massa bioteknologi klasik.
3) Bioteknologi modern dimulai ketika para ahli biologi memulai untuk manipulasi genetika pada organisme. Mulai berkembang pesat sejak ditemukannya teknologi DNA.

Sedangkan pembagian sejarah perkembangan bioteknologi berdasarkan periode waktu sebagai berikut:

Pre 1800 : Aplikasi awal dan spekulasi

1800-1900 : Penemuan dasar yang sangat membantu dalam pemahaman tentang mahluk hidup

1900-1953 : Genetika 1953

1953-1976 : Penelitian DNA

1977-sekarang : Modern bioteknologi

Berikut ini beberapa para ilmuwan yang sangat berperan dalam perkembangan bioteknologi, antara lain:

1) Antonie van Leeuwenhoek berhasil menemukan sel, sehingga memacu penelitian penemuan Bakteri, Protista, dan jaringan.
2) Gregor Johan Mendel, berhasil mengemukakan dua teori tentang penurunan sifat.
3) Walter Stanborough Sutton menyatakan bahwa kromosom berpasangan.
4) Thomas Hunt Morgan berhasil menemukan bahwa bahan pembawa sifat adalah gen yang berada di dalam kromosom.
5) Ernst Ruska merupakan salah satu peneliti yang pertama kali berhasil membuat desain mikroskop elektron konvensional.
6) Ian Wilmut merupakan perintis domba cloning Dolly.

Bioteknologi berasal dari istilah *bios* (kehidupan), *technos* (aplikasi), dan *logos* (sains). Secara komprehensif, bioteknologi adalah ilmu penerapan dari prinsip ilmiah dan rekayasa dalam penanganan dan pengolahan bahan mentah organik dan anorganik dengan bantuan makhluk hidup seperti mikroorganisme, hewan, dan tumbuhan guna menghasilkan produk dan jasa untuk kepentingan kehidupan manusia.

Mikrobiologi, biokimia, biologi molekuler, genetika, ilmu pangan, enzim, teknologi pangan, dan teknologi biokimia merupakan contoh ilmu pendukung bioteknologi. Hasil bioteknologi dapat berupa produk, jasa, maupun makhluk hidup rekayasa. Produk hasil bioteknologi dapat berupa makanan, minuman, obat-obatan, senyawa biokimia, hingga bahan bakar. Sedangkan hasil bioteknologi jasa misalnya pengolahan limbah, pemisah logam, dan pemberantas hama (Irnaningtyas dan Sagita, 2022).

Pernyatan di atas selaras dengan pendapat Pratiwi et al, (2017) yang mengatakan bahwa bioteknologi adalah teknik dari biokimia, mikrobiologi, aplikasi industri yang dalam pemanfaatannya menggunakan mikroorganisme dan jaringan sel. Bioteknologi merupakan pemanfaatan dari makhluk hidup dan komponen-komponen yang digunakan untuk berbagai bidang seperti bidang industri, pangan, dan pertanian. Dengan demikian, bioteknologi adalah aplikasi dalam pengetahuan ilmu bersumber dari biologi yang dapat memenuhi kebutuhan manusia.

Menurut Yusal (2021), Bioteknologi adalah ilmu mengenai pemafaatan mikroorganisme atau agen biologi untuk menghasilkan teknologi atau produk yang memiliki manfaat bagi kehidupan manusia. Produk yang dihasilkan yaitu penggabungan ilmu dasar dan ilmu terapan yang diubah

menjadi teknologi. Hasil bioteknologi berupa barang, jasa, dan makhluk hidup. Makhluk hidup hasil bioteknologi berupa hewan ternak dan tanaman budidaya yang bersifat unggul. Sementara, hasil arang dapat berupa makanan, minuman, obat-obatan, vitamin, dan bahan bakar.

Berdasarkan jenisnya, terbagi menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang masih menggunakan teknik tradisional. Adapun kelebihan dari bioteknologi konvensional yaitu biaya yang digunakan murah, pengaruh jangka panjangnya sudah diketahui, teknologi yang digunakan sederhana. Adapun kelemahan bioteknologi konvensional yaitu hasil produk tidak dapat diperkirakan, perbaikan dalam genetika tidak terarah dan waktu yang digunakan lama. Sedangkan bioteknologi modern adalah pengaplikasian bioteknologi yang menggunakan agen hayati yang direkayasa untuk dapat membuat produk dalam skala industri. Adapun bioteknologi modern memiliki kelebihan yaitu dapat memiliki perbaikan dalam sifat genetik yang terarah, dapat mengatasi masalah genetik. Adapun kekurangan dalam bioteknologi modern ini yaitu biaya yang digunakan relatif mahal, teknologi yang digunakan harus canggih, pengaruh dalam jangka panjangnya belum diketahui (Pratiwi et al, 2017).

Beberapa aspek utama yang mencakup bioteknologi konvensional antara lain fermentasi tradisional, pemuliaan selektif, kultur jaringan, produksi enzim, pengolahan limbah, produksi antibiotik dan vaksin, bioremediasi, pembuatan makanan dan minuman tradisional, produksi *Biofuel,* pengggunaan biopestisida dan pupuk hayati. Sedangkan komponen yang mendefinisikan bioteknologi modern diantaranya rekayasa genetika, pengeditan gen, biologi sintetis, produksi protein rekombinan, terapi gen, imunoterapi, penerapan dalam pertanian, nanobioteknologi, tantangan dan etika (Parwito et al, 2021).

1. Penerapan Bioteknologi dalam Kehidupan

Berikut ini penerapan Bioteknologi di berbagai bidang antara lain:

a. Bidang Pangan

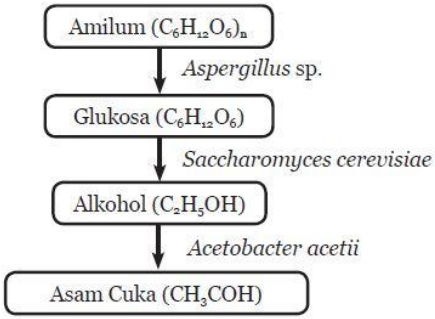
Bioteknologi pangan adalah bioteknologi yang digunakan untuk menghasilkan produk makanan dengan memanfaatkan mokroorganisme. Beberapa contoh produk bioteknologi di bidang pangan yaitu tapai, yoghurt, keju, tempe, kecap, roti, dan minuman beralkohol. Berikut penjelasannya:

(1) Tapai

Tapai dibuat dengan memanfaatkan mikroorganisme yang ada dalam ragi tapai.

Mikroorganisme yang berperan yaitu khamir *Saccharomyces cerevisiaee*. Selain itu, jamur *Aspergillus sp*., dan bakteri *Acetobacter aceti* juga berperan dalam pembuatan tapai. Mikroorganisme yang terdapat pada ragi tapai memiliki peranan yang sinergis, artinya mikroorganisme tersebut bekerja bersama untuk mengubah bahan baku dari singkong atau beras menjadi tapai. Selama pembuatan tapai terjadi pemecahan (hidrolis) amilum atau pati menjadi glukosa. Proses ini dibantu oleh jamur *Aspergillus sp*. dan pada proses inilah yang membuat tapai berasa manis. Glukosa yang dihasilkan dari proses tersebut difermentasi menjadi alkohol oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Proses ini menyebabkan tapai memiliki aroma yang khas. Proses fermentasi dalam pembuatan tapai adalah respirasi anaerob, artinya dalam prosesnya tidak diperlukan oksigen. Rasa masam pada tapai disebabkan adanya kandungan asam cuka (asam asetat). Asam cuka dihasilkan dari proses fermentasi alkohol oleh bakteri *Aspergillus sp.* secara aerob (dalam keadaan terdapat oksigen).

Oleh sebab itu, supaya tapai tidak terlalu masam tapai harus ditutup dengan rapat.



Gambar 1. Perubahan Kimia yang terjadi pada Pembuatan Tapai

Sumber : Azzahra, (2022)

(2) Yoghurt



Gambar 2. Yoghurt

Sumber: Daniatur (2023)

Yoghurt adalah makanan yang dihasilkan dari proses fermentasi susu dengan bantuan baketri. Yoghurt kaya akan protein, kalsium, vitamin A, B, C, E, dan vitamin K. Proses fermentasi susu menjadi yoghurt melibatkan peranan bakteri asam laktat, misalnya *Lactobacillus casei, Streptococcus*

thermophillus, Lactobacillus bulgaricus, dan *Bifidobacteria.* Dalam pembuatan yoghurt, susu harus dididihkan terlebih dahulu pada suhu 85-90^{0}C agar bakteri-bakteri lain mati dan protein dalam susu redenaturasi (mengalami kerusakan). Bakteri asam laktat mampu mengubah laktosa yang terkandung dalam susu menjadi asam laktat. Asam laktat tersebut yang menyebabkan denaturasi protein dan pelepasan kalsium serta fosfat dari protein kasein susu sehingga protein kasein menjadi tidak stabil dan mengalami pengendapan. Proses tersebut yang menyebabkan yoghurt memiliki tekstur yang kental.

(3) Keju



Gambar 3. Keju

Sumber: Afiati (2013)

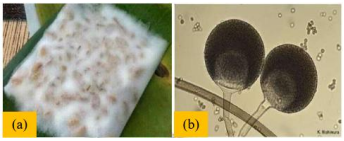
Keju adalah makanan yang dihasilkan dari proses koagulasi atau pengentalan protein kasein susu. Selama proses pembuatan, susu biasanya dibuat dalam kondisi asam dan ditambahkan rennet. Pengasaman susu, dapat dilakukan dengan

menambahkan bakteri asam laktat seperti Lactococcus sp., Lactobacillus bulgaricus, dan Streptococcus thermophillus. Rannet merupakan kompleks enzim yang dihasilkan di dalam perut hewan ruminansia yang komponen penyusun utamanya adalah enzim rennin atau enzim *chymosin.* Enzim *rennin* merupakan kelompok enzim *protease* yang mampu memutuskan ikatan *peptide* dalam protein yang menghubungkan asam amino satu dengan yang lain. Enzim tersebut yang memiliki peran penting dalam pemisahan dan pengentalan protein kasein dalam susu, sehingga terbentuk bagian padat yang disebut dengan dadih *(curd)* dan bagian yang cair disebut dengan air dadih *(whey).* Dadih inilah yang akan diproses lebih lanjut melalui proses pematangan dan pengemasan sehingga terbentuk olahan makanan yang dinamakan keju.

(4) Tempe

Pada dasarnya proses produksi tempe menggunakan teknik fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* pada biji kedelai. Pada proses pertumbuhannya, jamur akan

menghasilkan benang-benang yang disebut dengan hifa. Benang-benang itu mengakibatkan biji-bijian kedelai saling terikat dan membentuk struktur yang kompak seperti pada Gambar 4a.



Gambar 4 a. Tempe**, b.** Struktur Mikroskopis Jamur *Rhizopus Oryzae*

Sumber: Astawan (2009)

Pada waktu pertumbuhannya, jamur juga akan menghasilkan suatu enzim protease yang dapat menguraikan kompleks protein yang ada pada kedelai menjadi asam amino yang lebih mudah dicerna oleh tubuh. Inilah alasan kenapa tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh daripada kedelai.

(5) Kecap

Kecap merupakan salah satu produk hasil teknologi yang terbuat dari kacang kedelai secara tradisional proses pembuatan kedelai melibatkan proses hidrolisis dan fermentasi dengan menggunakan jamur *Aspergillus oryzae, Aspergillus sojae, Aspergillus wentii.*

Tahap awal pembuatan kecap, kedelai dicuci bersih, kemudian direbus hingga matang. Selanjutnya, kedelai yang telah direbus ditaburi dengan kultur jamur (Gambar 4a). Kemudian, dicampur air garam dengan jumlah tertentu. Setelah beberapa waktu jamur akan berkembang, menghasilkan enzim yang mampu menghidrolisis amilum menjadi gula sederhana dan menghidrolisis protein menjadi asam amino. Gula sederhana dan asam amino akan mengalami reaksi membentuk ikatan amino-glikosida sehingga menghasilkan warna coklat gelap. Dari proses tersebut, akan terbentuk campuran butiran biji kedelai dan cairan kental berwarna coklat gelap (Gambar 2.6b). Selanjutnya, campuran ini disaring untuk memisahkan cairan dengan butiran biji kedelai. Cairan coklat gelap tersebut selanjutnya dipanaskan untuk memastikan jamur maupun bakteri. Cairan inilah yang dinamakan kecap, yang biasanya dikemas dalam botol.



Gambar 5 a. Kacang Kedelai yang Telah Ditumbuhi Jamur *Aspergillus sojae*, **b.** Fermentasi Kacang Kedelai

Sumber : Astawan (2009)

(6) Roti

Roti adalah makanan yang terbuat dari bahan dasar utama tepung terigu dan air. Selain dua bahan tersebut. masih banyak komposisi yang ditambahkan ke dalam adonan roti. Perbedaan komposisi ini menyebabkan roti sangat beragam, baik jenis, bentuk, ukuran, maupun teksturnya. Pembuatan roti dan donat memanfaatkan proses fermentasi yang dibantu oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentasi yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan banyak gas karbon dioksida dan sedikit alkohol. Gas karbon dioksida menjadikan adonan roti mengembang, sedangkan alkohol akan menghasilkan aroma khas pada adonan roti. Gas karbon dioksida yang terperangkap dalam adonan akan memuai saat adonan dimasukkan ke oven, sehingga membuat roti semakin mengembang,

dan meninggalkan rongga dalam roti. Peristiwa ini menjadikan roti lebih menarik dan lebih ringan sehingga lebih mudah untuk dikonsumsi.

(7) Minuman beralkohol

Bir adalah minuman beralkohol yang terbuat dari biji serealia, sedangkan wine terbuat dari ekstrak buah anggur. Pembuatan minuman beralkohol melibatkan proses fermentasi yang dilakukan oleh *Saccharomyces.* Jenis *Saccharomyces* dan jenis bahan baku yang berbeda mampu menghasilkan aroma dan rasa yang khas pada beberapa jenis minuman beralkohol. Lama proses fermentasi akan berpengaruh terhadap jumlah alkohol yang dihasilkan. Semakin lama proses fermentasi minuman, maka semakin tinggi kandungan alkoholnya.

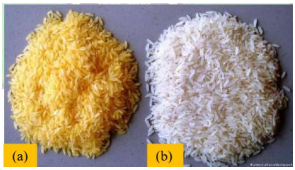


Gambar 6. Proses fermentasi Wine

Sumber: Putu et al, (2018)

b. Bidang Pertanian

Tanaman yang susunan gennya telah dimanipulasi disebut dengan tanaman transgenik. Saat ini, telah banyak tanaman transgenik yang sudah dikembangkan, misalnya jagung, padi, kedelai, tomat, dan papaya. Melalui rekayasa genetika, suatu tanaman dapat direkayasa supaya bisa bertahan terhadap serangan hama bahkan membunuh hama yang menyerang tanaman tersebut, sehingga dapat meningkatkan hasil produksi. Tanaman juga dapat dirancang untuk tahan terhadap herbisida dan insektisida melalui rekayasa genetika. Tanaman transgenik lain yang telah dikembangkan yaitu beras yang mengandung zat besi dan vitamin A, beras yang mengandung vitamin A dikenal dengan nama *Golden rice*. *Golden rice* dikembangkan dengan cara mengambil gen pengode pembentuk provitamin A atau beta karoten pada tanaman wortel atau pada tanaman lain, lalu menyisipkannya ke dalam gen tanaman padi. Ketika kita mengkonsumsi *Golden rice* provitamin A yang terkandung dalam beras tersebut akan diubah oleh tubuh menjadi vitamin A.



Gambar 7 a. *Golden rice* Berwarna Kuning,
b. beras Normal Berwarna putih
Sumber: Muchtadi et al, (2010)

c. Bidang Peternakan

Saat ini ilmuwan telah menggunakan teknik rekayasa genetika untuk berbagai keperluan dalam bidang peternakan, misalnya meningkatkan produksi susu dan pencegahan penyakit pada hewan ternak. Misalnya pengembangan sapi trasgenik yang tahan terhadap penyakit mastitis, yaitu penyakit pembengkakan pada kelenjar susu yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Staphylococcus aureus.* Pengembangan sapi transgenik dilakukan dengan cara memasukkan gen pengode enzim *lysostaphin* yang diambil dari bakteri *Staphylococcus simulans*. Melalui rekayasa genetik dapat pula dikembangkan sapi yang mampu menghasilkan daging yang berkualitas dan mampu tumbuh dengan cepat.



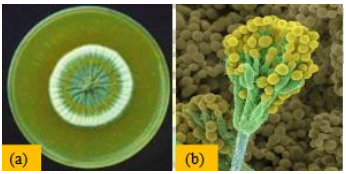
Gambar 8 a. Sapi Biasa, **b.** Sapi Transgenik

Sumber: Jamsari (2007)

d. Bidang Kesehatan

(1) Antibiotik

Perkembangan bioteknologi dalam bidang kesehatan dimulai dengan penemuan antibiotik penisilin oleh Alexander Fleming tahun 1928. Antibiotik adalah senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain, khususnya bakteri. Antibiotik penisilin dihasilkan oleh jamur *Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum*.



Gambar 9 a. *Penicillium notatum*, **b.** Koloni *Penicillium notatum* yang Menghambat Pertumbuhan Koloni Bakteri

Sumber: Winarno, (2002)

Berikut ini merupakan jenis-jenis antibiotik yang diperoleh dari beberapa jenis mikroorganisme

Tabel 4. Mikroorganisme yang dipilih sebagai Sumber Antibioti

Nama Mikroorganisme	Antibiotik yang dihasilkan
Penicillium notatum dan *penicillium chrysogenum*	Penisilin
Streptomyces griseus	*Streptomycin*
Streptomyces fradiae	*Neomycin*
Streptomyces aureofaciens	*Tetracycline*
Bacillus licheniformis	*Bacitracin*

Sumber: Zubaidah et al, (2018)

(2) Vaksin



Gambar 10. Vaksinasi

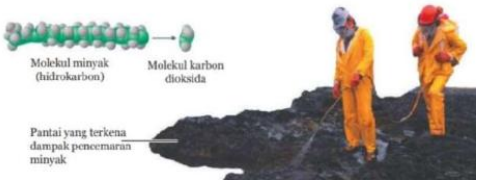
Sumber: Tasnim (2021)

Vaksinasi adalah langkah yang sangat efektif untuk melindungi tubuh dari patogen-patogen yang menyebabkan penyakit, misalnya hepatitis, polio, tetanus, campak, dan sebagainya. Vaksinasi adalah suatu proses peningkatan sistem kekebalan tubuh dengan cara memasukkan vaksin ke dalam tubuh seseorang, sehingga memiliki kekebalan terhadap penyakit tertentu yang disebabkan oleh virus atau bakteri. Vaksin dapat berupa bakteri dan virus

yang telah dilemahkan atau merupakan bagian kecil dari tubuh bakteri atau virus.

e. Bidang Lingkungan

Berkaitan dengan kasus pencemaran air laut oleh tumpahan minyak di perairan, ilmuwan memanfaatkan bakteri dari genus *Pseudomonas* untuk membersihkan tumpahan minyak. Bakteri *Pseudomonas* mampu memanfaatkan minyak sebagai sumber energinya dengan cara memecah molekul minyak menjadi karbon dioksida (CO_2). Namun, yang dilakukan oleh bakteri tersebut membutuhkan waktu yang sangat lama. Untuk mempercepat proses tersebut, Ilmuwan menambah formula yang mengandung senyawa kalium fosfat dan urea sebagai nutrisi tambahan bagi bakteri.



Gambar 11. Penyemprotan Lingkungan yang Tercemari Minyak dengan Nutrisi bagi Bakteri

Sumber: Zubaidah et al, (2018)

Pemanfaatan bakteri untuk mendegrasi atau menguraikan polutan yang mencemari lingkungan

disebut bioremediasi. Selain untuk mengatasi pencemaran di laut, bioremediasi juga banyak digunakan untuk mengatasi pencemaran di perairan, seperti di kolam atau danau. Penanggulangan pencemaran lingkungan juga dapat menggunakan tanaman tertentu, misalnya eceng gondok dan bunga matahari. Teknik tersebut disebut fitoremediasi



Gambar 12. Pembersihan Polutan yang Dibantu oleh Bakteri melalui Proses Bioremediasi (a) Foto Sebelum Bioremediasi, (b) Foto Setelah Bioremediasi
Sumber: Zubaidah et al, (2018)

f. Bidang Forensik

Forensik adalah aplikasi teknik-teknik dan metode ilmiah yang digunakan untuk menginvestigasi suatu kejahatan atau tindak kriminal. Seiring dengan perkembangan bioteknologi telah ditemukan teknik investigasi yang lebih akurat yaitu melalui teknik DNA fingerprinting atau sidik DNA. DNA fingerprinting yaitu teknik yang dilakukan untuk mengidentifikasi seseorang berdasarkan pada profil pita DNA. Prosedur

DNA fingerprinting memiliki kesamaan dengan teknik investigasi menggunakan tes sidik jari. Dalam tes sidik jari dilakukan pencocokan profil sidik jari seseorang. Sedangkan pada DNA fingerprinting dilakukan pencocokan profil DNA individu. DNA dapat digunakan sebagai acuan dalam investigasi sebab profil DNA setiap individu memiliki keunikan dan memiliki ketertarikan dengan profil DNA dalam satu keluarga.

1. **Manfaat Bioteknologi bagi Manusia**

   Menurut Sakirah (2023) bioteknologi memiliki beberapa manfaat sebagai berikut:

   a. Makanan dan minuman yang dibuat melalui proses fermentasi akan menghasilkan bahan makanan yang lebih mudah dicerna oleh tubuh.
   b. Mampu menguraikan polutan dengan bioremediasi.
   c. Melalui rekayasa genetika mampu menciptakan bibit unggul yang akan memberikan produk bermutu tinggi, misalnya tahan terhadap penyakit tanaman, mengendalikan serangga perusak tanaman, dan lain-lain.

2. **Dampak Penerapan Bioteknologi**

   Menurut Zubaidah (2018) penerapan bioteknologi memiliki beberapa dampak sebagai berikut:

   a. Dampak terhadap lingkungan: organisme transgenik

dapat menjadi polusi gen sehingga dapat merusak keanekaragaman plasma nutfah, bahkan dapat memunculkan hama baru yang lebih kuat sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem.

b. Dampak terhadap kesehatan: Ada orang yang alergi apabila mengkonsumsi tumbuhan atau hewan hasil rekayasa genetika, minuman beralkohol juga seringkali disalahgunakan sehingga berdampak buruk bagi kesehatan.
c. Dampak terhadap sosial dan ekonomi: Pengusaha dengan jumlah modal yang besar dapat mengembangkan pertanian transgenik dengan hasil yang lebih berkualitas, sehingga petani-petani nasional tidak mampu bersaing.

Lampiran 2

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) I

BIOLOGI KELAS X

"Bioteknologi"

Nama Kelompok/Kelas :

Anggota Kelompok : 1. 6.

2. 7.

3. 8.

4. 9.

5. 10.

Tujuan Pembelajaran

1. Mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologI
2. Menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi
2. Siswa mampu menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern

Informasi Pendukung

Bioteknologi adalah ilmu penerapan dari prinsip ilmiah dan rekayasa dalam penanganan dan pengolahan bahan mentah organik dan anorganik dengan bantuan makhluk hidup seperti mikroorganisme, hewan, dan tumbuhan guna menghasilkan produk dan jasa untuk kepentingan kehidupan

manusia. Berdasarkan jenisnya, terbagi menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang masih menggunakan teknik tradisional, sedangkan bioteknologi modern adalah pengaplikasian bioteknologi yang menggunakan agen hayati yang direkayasa untuk dapat membuat produk dalam skala industri.

Petunjuk Kerja :

1). Bacalah petunjuk kerja sebelum mengerjakan LKPD
2). Lengkapi identitas kelompok
3). Gunakan sumber belajar lain yang relavan untuk menjawab LKPD
4). Diskusikan dalam kelompok dan kerjakan LKPD dengan teliti.

AYO BERLATIH

1. Silakan berkumpul bersama kelompok masing-masing
2. Kumpulkan kartu yang berisi pertanyaan-pertanyaan
3. Kelompokkan pertanyaan-pertanyaan tersebut sesuai dengan topiknya
4. Tuangkan pertanyaan-pertanyaan tersebut dalam bentuk peta konsep atau *mind mapping*
5. *Mind mapping* berpusat pada topik utama, lalu bercabang pada pertanyaan, lalu bercabang lagi pada sub-cabang berisi jawaban hasil eksplorasi
6. *Mind mapping* dapat disusun menggunakan warna, 326olusi, atau gambar sesuai dengan kreativitias masing-masing sehingga memperjelas hubungan antargagasan.

Lampiran 3

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) II

BIOLOGI KELAS X

"Bioteknologi"

Nama Kelompok/Kelas :

Anggota Kelompok : 1. 6.

2. 7.

3. 8.

4. 9.

5. 10.

Tujuan Pembelajaran

1. Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
2. Menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
2. Siswa mampu menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia

Informasi Pendukung

Bioteknologi menghasilkan berbagai produk yang dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional memanfaatkan mikroorganisme secara alami tanpa rekayasa 327olusi327, seperti pada pembuatan tempe, yoghurt, dan tape. Sementara itu, bioteknologi modern

menggunakan teknologi canggih seperti rekayasa genetika, contohnya tanaman 328olusi328kat, vaksin mRNA, dan insulin rekombinan. Pemanfaatan bioteknologi memberikan banyak manfaat dalam kehidupan manusia, antara lain meningkatkan kualitas dan ketahanan pangan, menghasilkan obat dan vaksin untuk 328 olusi 328 ka, meningkatkan hasil pertanian dan peternakan, serta membantu menjaga lingkungan melalui pengolahan limbah secara biologis.

Petunjuk Kerja :

1) Bacalah petunjuk kerja sebelum mengerjakan LKPD
2) Lengkapi identitas kelompok
3) Gunakan sumber belajar lain yang relavan untuk menjawab LKPD
4) Diskusikan dalam kelompok dan kerjakan LKPD dengan teliti.

AYO BERLATIH

1. Silakan berkumpul bersama kelompok masing-masing
2. Kumpulkan kartu yang berisi pertanyaan-pertanyaan
3. Kelompokkan pertanyaan-pertanyaan tersebut sesuai dengan topiknya
4. Tuangkan pertanyaan-pertanyaan tersebut dalam bentuk peta konsep atau *mind mapping*
5. *Mind mapping* berpusat pada topik utama, lalu bercabang pada pertanyaan, lalu bercabang lagi pada sub-cabang berisi jawaban hasil eksplorasi
6. *Mind mapping* dapat disusun menggunakan warna, 328olusi, atau gambar sesuai dengan kreativitias masing-masing sehingga memperjelas hubungan antargagasan.

Lampiran 4

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) III

BIOLOGI KELAS X

"Bioteknologi"

Nama Kelompok/Kelas :

Anggota Kelompok : 1. 6.
2. 7.
3. 8.
4. 9.
5. 10.

Tujuan Pembelajaran

1. Menganalisis dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan
2. Merancang produk pemanfataan bioteknologi dalam kehidupan

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu menganalisis dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan
2. Siswa mampu merancang produk pemanfataan bioteknologi dalam kehidupan

Informasi Pendukung

Penerapan bioteknologi dalam kehidupan memberikan dampak yang luas, baik positif maupun 329olusi329k. Di satu sisi, bioteknologi membantu meningkatkan kualitas hidup manusia melalui produksi pangan bergizi, obat-obatan modern, serta tanaman dan hewan unggul. Namun, di sisi lain, penerapannya juga dapat menimbulkan risiko seperti

ketergantungan pada teknologi, potensi dampak lingkungan, dan isu etika, terutama dalam bioteknologi modern. Oleh karena itu, rancangan produk bioteknologi harus memperhatikan aspek keamanan, keberlanjutan, dan kebutuhan 330 olusi 330 kat. Contoh rancangan produk yang bermanfaat antara lain padi emas (Golden Rice) yang kaya vitamin A untuk mengatasi masalah gizi, vaksin mRNA untuk mencegah penyakit menular, serta pupuk hayati ramah lingkungan untuk pertanian berkelanjutan.

Petunjuk Kerja :

1) Bacalah petunjuk kerja sebelum mengerjakan LKPD
2) Lengkapi identitas kelompok
3) Gunakan sumber belajar lain yang relavan untuk menjawab LKPD
4) Diskusikan dalam kelompok dan kerjakan LKPD dengan teliti.

AYO BERLATIH

1. Silakan berkumpul bersama kelompok masing-masing
2. Kumpulkan kartu yang berisi pertanyaan-pertanyaan
3. Kelompokkan pertanyaan-pertanyaan tersebut sesuai dengan topiknya
4. Tuangkan pertanyaan-pertanyaan tersebut dalam bentuk peta konsep atau *mind mapping*
5. *Mind mapping* berpusat pada topik utama, lalu bercabang pada pertanyaan, lalu bercabang lagi pada sub-cabang berisi jawaban hasil eksplorasi
6. *Mind mapping* dapat disusun menggunakan warna, 330olusi, atau gambar sesuai dengan kreativitias masing-masing sehingga memperjelas hubungan antargagasan.

Lampiran 5

Instrumen Penilaian Sikap

- Lembar Observasi Penilaian Sikap

No.	Nama siswa	Mandiri			Kreatif			Berpikir kritis			Skor	Nilai akhir
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												

- Rubrik Penilaian Sikap Siswa

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
1.	Mandiri	Siswa tidak memiliki kepercayaan diri saat menyampaikan pendapat	1
		Siswa kurang memiliki kepercayaan diri saat menyampaikan pendapat	2
		Siswa memiliki kepercayaan diri saat menyapaikan pendapat	3
2.	Kreatif	Siswa tidak memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif 331 olusi permasalahan	1

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
		Siswa kurang memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif 332 olusi permasalahan	2
		Siswa memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif 332olusi permasalahan	3
3.	Berpikir kritis	Siswa tidak memiliki ide atau gagasan terkait materi yang disampaikan.	1
		Siswa kurang memiliki ide atau gagasan terkait materi yang disampaikan.	2
		Siswa memiliki ide atau gagasan terkait materi yang disampaikan.	3

Nilai maksimum = (Jumlah skor yang diperoleh / Jumlah skor keseluruhan) x 100

Lampiran 6

Instrumen Penilaian Pengetahuan

- Lembar Observasi Penilaian Pengetahuan

No.	Nama siswa	Kejelasan			Kelengkapan			Skor	Nilai akhir
		1	2	3	1	2	3		
1.									
2.									
3.									

- Rubrik Penilaian Pengetahuan Siswa

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
1.	Keterpaduan dan Struktur	Siswa menyusun *Mind map* dengan struktur tidak jelas, beberapa hubungan antar ide tidak terdefinisikan dengan baik.	1
		Siswa menyusun *Mind map* map cukup terstruktur, namun beberapa hubungan antar ide kurang jelas.	2
		Siswa menyusun *Mind map* dengan jelas dan terstruktur dengan baik, serta hubungan antar ide utama dan sub-ide sangat jelas dan terorganisir	3

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
2.	Keterkaitan konsep	Siswa menyusun *Mind map* berisi konsep yang tidak saling terhubung dengan jelas.	1
		Siswa menyusun *Mind map* berisi sebagian konsep saling terkait, namun ada beberapa yang kurang relevan.	2
		Siswa menyusun *Mind map* berisi semua konsep utama dan sub-konsep saling terkait dan mendukung tema utama dengan baik.	3
3.	Kelengkapan informasi	Siswa menyusun *Mind map* berisi beberapa informasi penting kurang dicantumkan atau tidak jelas.	1
		Siswa menyusun *Mind map* berisi sebagian informasi relevan sudah tercantum, namun ada beberapa yang kurang lengkap.	2
		Siswa menyusun *Mind map* berisi semua informasi penting dan relevan dicantumkan dengan lengkap dan mendetail.	3

Nilai maksimum = (Jumlah skor yang diperoleh / Jumlah skor keseluruhan) x 100

Lampiran 7

Instrumen Penilaian Keterampilan

- Lembar Observasi Penilaian Keterampilan (Presentasi)

No.	Nama siswa	Keterampilan menampilkan di depan kelas			Ketepatan menjabarkan hasil diskusi kelompok			Ketepatan bersikap dan berperilaku			Skor	Nilai akhir
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												

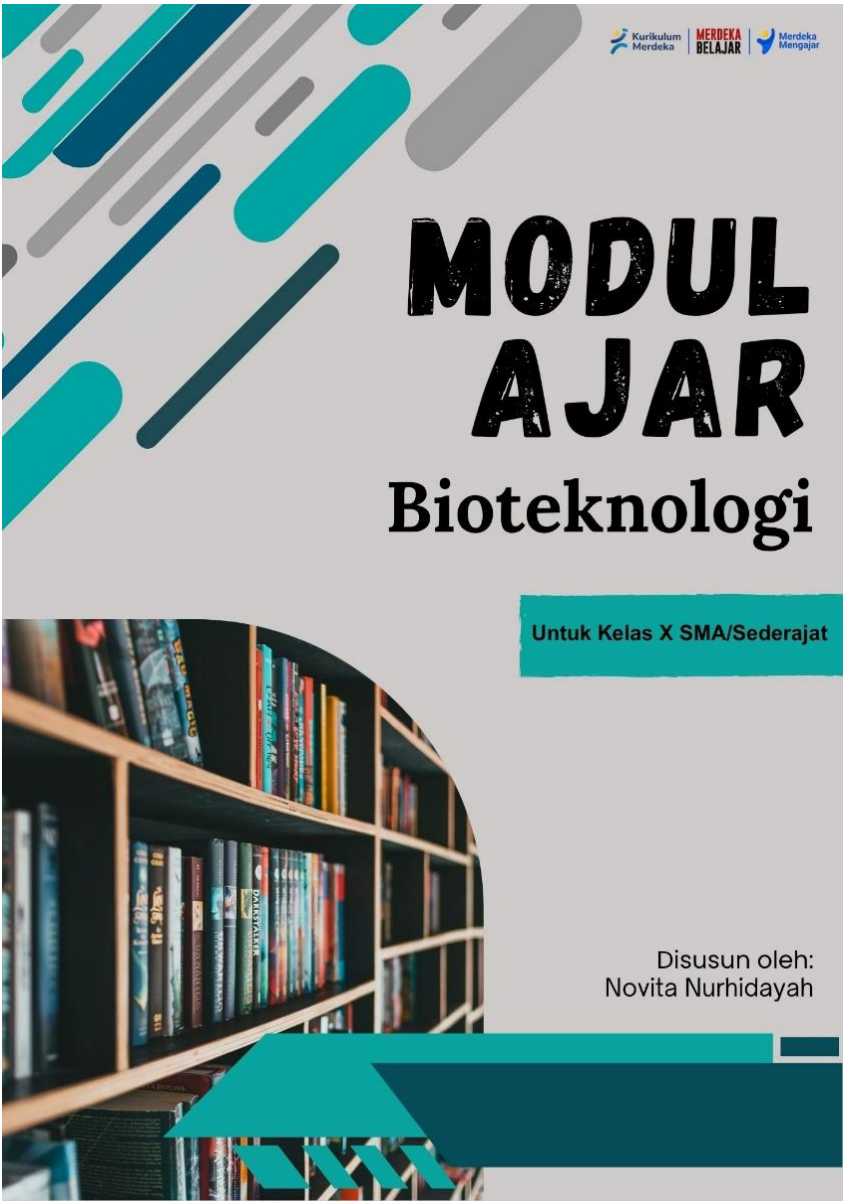
- Rubrik Penilaian Keterampilan Siswa

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
1.	Keterampilan menampilkan di depan kelas	Siswa mampu menampilkan diri secara berkelompok di depan kelas tidak percaya diri	1
		Siswa mampu menampilkan diri secara berkelompok di depan kelas kurang percaya diri	2
		Siswa mampu menampilkan diri secara berkelompok di depan kelas dengan percaya diri	3
2.	Ketepatan menjabarkan	Siswa mampu menjabarkan hasil diskusi menggunakan bahasa yang tidak baik.	1

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
	hasil diskusi kelompok	Siswa mampu menjabarkan hasil diskusi menggunakan bahasa yang kurang baik.	2
		Siswa mampu menjabarkan hasil diskusi menggunakan bahasa yang baik.	3
3.	Ketepatan bersikap dan berperiilaku	Siswa mampu menunjukkan sikap yang tidak baik dan intonasi yang jelas saat presentasi.	1
		Siswa mampu menunjukkan sikap yang baik tetapu intonasi kurang jelas saat presentasi.	2
		Siswa mampu menunjukkan sikap yang baik dan intonasi yang jelas saat presentasi.	3

Nilai maksimum = (Jumlah skor yang diperoleh / Jumlah skor keseluruhan) x 100.

Lampiran 39. Modul Ajar Kelas Kontrol



KURIKULUM MERDEKA

MATERI BIOTEKNOLOGI

Nama Penyusun : Novita Nurhidayah

Instansi : SMAN 16 Semarang

Tahun Ajaran : 2024/2025

Kelas/Fase : X (Sepuluh)/E

Semester : Genap

Alokasi Waktu : 6 x 45 menit (6 JP/ 3 Pertemuan)

1. Kompetensi Awal

Kata Kunci	Siswa mampu mengidentifikasi produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan dan menganalisis bioteknologi konvensional.
Pengetahuan Dasar	Penerapan Bioteknologi di berbagai bidang diantaranya dalam bidang pangan contohnya tempe; pertanian contohnya tanaman transgenik; peternakan contohnya pengembangan sapi transgenik ; kesehatan contohnya vaksin; bidang lingkungan contohnya fitoremediasi; forensik contohnya DNA fingerprinting. Berdasarkan jenisnya, terbagi menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang masih menggunakan teknik tradisional. Sedangkan bioteknologi modern adalah pengaplikasian bioteknologi yang menggunakan agen hayati yang direkayasa untuk dapat membuat produk dalam skala industri.

2. Profil Pelajar Pancasila

Dimensi	Elemen
Beriman dan Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa	Siswa percaya bahwa segala peristiwa khususnya pada bidang biologi yang terjadi di kehidupan merupakan atas kehendak Tuhan Yang Maha Esa.
Mandiri	Siswa mampu mengatur pikiran, sikap, dan perilaku dirinya untuk mengikuti pembelajaran sehingga mampu mengembangkan dirinya dalam mencapai tujuan pembelajaran.
Bernalar kritis	Siswa memiliki ide atau gagasan terkait materi yang disampaikan untuk menganalisis dan merefleksi pemikiran dalam mengambil Keputusan.
Kreatif	Siswa memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan pada materi yang disampaikan.

3. Sarana dan Prasarana

Fasilitas	Papan Tulis, Proyektor, LKPD, Alat Tulis, Modul Ajar, Ruang Kelas.
Lingkungan Belajar	Lingkungan Sekolah (Ruang Kelas)

4. Target Siswa

Kategori Siswa	• Siswa Fase E / Kelas X • Siswa yang menjadi target dalam pembelajaran adalah siswa regular dengan tipikal umum, tidak ada kesulitan dalam memahami materi tertentu
Ketersediaan Materi	Modul Ajar

5. Model Pembelajaran

- Pendekatan : Saintifik

- Model : *Direct Instruction*
- Metode : Ceramah dan Diskusi

I. Capaian Pembelajaran

Capaian Pembelajaran	Pada akhir fase E, siswa memiliki kemampuan menciptakan argumen atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya**, inovasi teknologi biologi,** komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.
Keterampilan Proses	**1) Mengamati** Siswa mampu memilih alat bantu sesuai kebutuhkan untuk melakukan pengukuran dan pengamatan. **2) Merencanakan dan memprediksi** Mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang selanjutnya dapat diselidiki secara ilmiah. Siswa menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi. **3) Merencanakan dan melakukan penyelidikan** Siswa mampu merencanakan penyilidikan ilmiah serta melakukan beberapa langkah operasional sesuai referensi yang benar sehingga dapat menjawab pertanyaan. Siswa melakukan pengukuran atau

	membandingkan variabel terikat dengan menggunakan alat yang sesuai serta memperhatikan kaidah ilmiah. **4) Memproses, menganalisis data dan informasi** Menafsirkan informasi yang diperoleh dengan jujur dan tanggung jawab. Menganalisis dengan menggunakan alat dan metode yang sesuai, dan menilai relevansi informasi yang diperoleh dengan mencantumkan referensi sebagai rujukan, serta membuat kesimpulan berdasarkan hasil penyelidikan. **5) Mengevaluasi dan refleksi** Mengevaluasi kesimpulan dengan membandingkan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan terhadap proses penyelidikan dan pengaruhnya terkait data yang diperoleh. Menunjukkan permasalahan pada metodologi dan mengusulkan saran perbaikan untuk proses penyelidikan berikutnya. **6) Mengomunikasikan hasil** Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh yang di dalamnya memuat pertimbangan keamanan, lingkungan, dan etika yang didasari dengan argumen, Bahasa, serta nevensi sains berdasarkan konteks penyelidikan.

II. Tujuan Pembelajaran

1. Mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi
2. Menguraiakan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern
3. Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
4. Menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia
5. Menganalisis dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan
6. Merancang produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan

III. Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi dengan benar
2. Siswa mampu menguraikan perbedaan bioteknologi konvesional dan modern dengan benar
3. Siswa mampu mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan dengan benar
4. Siswa mampu menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia dengan benar
5. Siswa mampu menganalisis dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan dengan benar
6. Siswa mampu merancang produk pemanfataan

bioteknologi dalam kehidupan dengan benar

IV. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan ke – 1

Tujuan Pembelajaran :

1. Mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi
2. Menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern

Model Pembelajaran

- Pendekatan : Saintifik
- Model : *Direct Instruction*
- Metode : Ceramah dan Diskusi

Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (2 JP)

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
Pendahuluan		• Siswa masuk ke kelas dalam kondisi siap belajar. • Guru memberikan salam pembuka dan berdoa bersama. **(Beriman)** • Guru mengecek kehadiran Siswa. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.	10 menit
Inti	**Sintaks 1: Pemberian Stimulus oleh guru**	• Guru memberikan kasus mengenai materi bioteknologi, misalnya ”Seorang pengusaha kecil	70 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		memproduksi tempe rumahan. Ia menggunakan ragi tempe (kapang *Rhizopuz oligosporus*) untuk memfermentasi kedelai. Suatu saat, karena cuaca terlalu lembab dan bahan baku tidak segar, hasil tempenya menjadi berbau asam dan teksturnya lembek, sehingga tidak laku dijual di pasar. Kemudian ia mempelajari cara menjaga kebersihan alat, suhu ruangan, dan kualitas kedelai untuk menjaga proses fermentasi tetap optimal" Lalu guru memberikan pertanyaan mengenai kasus tersebut seperti "Fermantasi termasuk kategori bioteknologi konvensional atau modern? Jelaskan alasannya!", "Apa jenis mikroorganisme yang digunakan dalam fermentasi tempe, dan apa perannya?", "Mengapa proses fermentasi bisa gagal?", dan "Apa	

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		langkah yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas tempe saat proses fermentasi?" ***(Creative Thinking)*** • Siswa mendengarkan penjelasan guru mengenai pengantar topik materi bioteknologi. • Motivasi	
	Sintaks 2: Penjelasan materi oleh guru (Ceramah)	• Guru menjelaskan materi bioteknologi sesuai dengan tujuan pembelajaran yang disampaikan.	
	Sintaks 3: Guru memberikan kesempatan untuk siswa bertanya	• Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan terkait materi bioteknologi. ***(Critical Thinking)*** • Guru mendorong Siswa untuk tidak ragu bertanya jika ada hal yang kurang dipahami. **(*Critical Thinking)*** • Siswa mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait materi tentang pemanfaatan	

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		bioteknologi dalam kehidupan seperti : *1)* Apa contoh produk hasil bioteknologi konvensional? *2)* Apa contoh produk hasil bioteknologi modern? **(*Critical Thinking*, Mandiri)**	
	Sintaks 4 : Guru memberikan kesempatan siswa untuk menjawab pertanyaan	• Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menjawab pertanyaan yang disampaikan oleh siswa lainnya • Guru memfasilitasi dan memberi arahan saat diskusi berlangsung. ***(Critical Thinking)***	
Penutup		• Guru dan Siswa menyimpulkan mengenai poin-poin penting pada kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan. ***(Critical Thinking)*** • Guru menyampaikan kegiatan untuk	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		pertemuan selanjutnya. • Guru menutup pertemuan dengan membaca hamdallah dilanjutkan membaca doa kemudian salam penutup. **(Beriman)**	

Pertemuan ke – 2

Tujuan Pembelajaran :

1. Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
2. Menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia

Model Pembelajaran

- Pendekatan : Saintifik
- Model : *Direct Instruction*
- Metode : Ceramah dan Diskusi

Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (2 JP)

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
Pendahuluan		• Siswa masuk ke kelas dalam kondisi siap belajar. • Guru memberikan salam pembuka dan berdoa bersama. **(Beriman)**	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		• Guru mengecek kehadiran Siswa. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.	
Inti	**Sintaks 1: Pemberian Stimulus oleh guru**	• Guru memberikan kasus mengenai materi bioteknologi, misalnya Siswa SMA mengikuti proyek lingkungan untuk mengolah limbah organik dari kantin sekolah. Dengan kontribusi guru biologi, mereka memanfaatkan mikroorganisme seperti *Rhizobium* dan *Azotobacter* untuk membuat biofertilizer (pupuk hayati) melalui proses fermentasi. Pupuk ini digunakan untuk menyuburkan taman sekolah dan kebun sayur di lingkungan sekolah. Tanaman tumbuh lebih baik tanpa menggunakan pupuk kimia, dan siswa memahami cara kerja mikroba dalam meningkatkan unsur hara tanah. Lalu guru memberikan	70 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		pertanyaan mengenai kasus tersebut seperti "Apa manfaat biofertilizer yang dibuat oleh siswa bagi lingkungan sekolah dan pertanian?", "Mengapa mikroorganisme seperti *Rhizobium* penting dalam proses pembuatan pupuk hayati?", dan "Apa keunggulan pupuk hayati dibandingkan pupuk kimia? Jelaskan pendapatmu?" ***(Creative Thinking)*** • Siswa mendengarkan penjelasan guru mengenai pengantar topik materi bioteknologi. • Motivasi	
	Sintaks 2: Penjelasan materi oleh guru (Ceramah)	• Guru menjelaskan materi bioteknologi sesuai dengan tujuan pembelajaran yang disampaikan.	
	Sintaks 3: Guru memberikan kesempatan untuk siswa bertanya	• Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan terkait materi bioteknologi. ***(Critical Thinking)***	

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		• Guru mendorong Siswa untuk tidak ragu bertanya jika ada hal yang kurang dipahami. **(*Critical Thinking)*** • Siswa mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait materi tentang pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan seperti : *3)* Apa contoh produk hasil bioteknologi bidang pangan? *4)* Apa contoh produk hasil bioteknologi bidang pertanian? **(*Critical Thinking*, Mandiri)**	
	Sintaks 4 : Guru memberikan kesempatan siswa untuk menjawab pertanyaan	• Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menjawab pertanyaan yang disampaikan oleh siswa lainnya ***(Critical Thinking)***	
	Sintaks 5: Guru memberikan penugasan	• Guru membagikan LKPD I kepada siswa dan meminta siswa untuk mengerjakan	

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
	berupa LKPD dan Diskusi	dan mendiskusikan secara berkelompok. • Setelah mengerjakan LKPD I, setiap kelompok diminta untuk menjelaskan jawaban di depan kelas. Kemudian kelompok lain menanggapi jawaban kelompok yang maju • Guru memfasilitasi dan memberi arahan saat diskusi berlangsung. ***(Critical Thinking, Collaboration)***	
Penutup		• Guru dan Siswa menyimpulkan mengenai poin-poin penting pada kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan. ***(Critical Thinking)*** • Guru menyampaikan kegiatan untuk pertemuan selanjutnya. • Guru menutup pertemuan dengan membaca hamdallah dilanjutkan membaca doa kemudian salam penutup. **(Beriman)**	10 menit

Pertemuan ke – 3

Tujuan Pembelajaran :

1. Menganalisis dampak penerapan bioteknologi dalam kehidupan
2. Merancang produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan

Model Pembelajaran

- Pendekatan : Saintifik
- Model : *Direct Instruction*
- Metode : Ceramah dan Diskusi

Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (2 JP)

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
Pendahuluan		• Siswa masuk ke kelas dalam kondisi siap belajar. • Guru memberikan salam pembuka dan berdoa bersama. **(Beriman)** • Guru mengecek kehadiran Siswa. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.	10 menit
Inti	**Sintaks 1 : Pemberian Stimulus oleh guru**	• Guru memberikan kasus mengenai materi rancangan bioteknologi,	70 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		misalnya "Tim peneliti SMA merancang produk bioteknologi modern berupa beras hasil rekayasa genetika (GMO) yang dapat bertahan lebih lama setelah dimasak. Beras ini dimodifikasi secara genetik untuk memperlambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk pada nasi, sehingga nasi tidak cepat basi meskipun disimpan pada suhu ruang selama beberapa jam. Teknologi ini diharapkan dapat mengurangi pemborosan makanan dan menghemat energi karena tidak perlu disimpan di kulkas". Lalu guru memberikan pertanyaan mengenai kasus tersebut, seperti "Apakah kasus ini termasuk ke dalam bioteknologi	

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		modern? Apa yang membedakan bioteknologi konvensional dan modern?", "Apa keuntungan dari penggunaan beras hasil rekayasa genetika dalam kehidupan sehari-hari?", "Sebutkan satu potensi risiko dari konsumsi produk hasil rekayasa genetika dan bagaimana cara mengatasinya!", "Apa pendapatmu tentang etika penggunaan rekayasa genetika dalam bahan pangan? Jelaskan alasannya!" ***(Creative Thinking)*** • Siswa mendengarkan penjelasan guru mengenai pengantar topik materi bioteknologi. • Motivasi	
	Sintaks 2 : Penjelasan materi oleh guru (Ceramah)	• Guru menjelaskan materi bioteknologi sesuai dengan tujuan	

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		pembelajaran yang disampaikan.	
	Sintaks 3 : Guru memberikan kesempatan untuk siswa bertanya	• Guru memberikan kesempatan kepada Siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan terkait materi bioteknologi. ***(Critical Thinking)*** • Guru mendorong Siswa untuk tidak ragu bertanya jika ada hal yang kurang dipahami. **(*Critical Thinking)*** • Siswa mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait materi tentang pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan seperti : 1) Bagaimana proses pembuatan tempe? 2) Bagaimana proses pembuatan keju? **(*Critical Thinking*, Mandiri)**	

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
	Sintaks 4 : Guru memberikan kesempatan siswa untuk menjawab pertanyaan	• Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menjawab pertanyaan yang disampaikan oleh siswa lainnya **(Critical Thinking)**	
	Sintaks 5: Guru memberikan penugasan berupa LKPD dan Diskusi	• Guru membagikan LKPD II kepada siswa dan meminta siswa untuk mengerjakan dan mendiskusikan secara berkelompok. • Setelah mengerjakan LKPD II, setiap kelompok diminta untuk menjelaskan jawaban di depan kelas. Kemudian kelompok lain menanggapi jawaban kelompok yang maju. • Guru memfasilitasi dan memberi arahan saat diskusi berlangsung. ***(Critical Thinking, Collaboration)***	
Penutup		• Guru dan Siswa menyimpulkan mengenai poin-poin penting pada	10 menit

Kegiatan	Sintaks Pembelajaran	Deskripsi	Waktu
		kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan. ***(Critical Thinking)*** • Guru menyampaikan kegiatan untuk pertemuan selanjutnya. • Guru menutup pertemuan dengan membaca hamdallah dilanjutkan membaca doa kemudian salam penutup. **(Beriman)**	

V. Media dan Alat Pembelajaran

PPT, Proyektor, Modul Ajar, LKPD, Buku Paket atau Buku Ajar lainnya.

VI. Sumber Belajar

Buku/ E-Book / Sumber Cetak	1. Dewi, E. R. S, Dyah, Widyastuti, D. A., & Nurwahyunani, A. (2020). Buku Ajar Biolteknologi. Semarang: UNIVERSITAS PGRI SEMARANG PRESS. 2. Parwito, Hamzah, P., Setyono, B. D. H., Daten, H., Sani, M. D., Tenriawan, E. P., Alang, H., Ashar, J. R., Farhanah, A., Sari, S. P., Pratiwi, E. R., Prasetyawan, F., & Hastuti. (2024). Sumedang: CV. Mega Press Nusantara.
Chanel Youtube	1. https://shorturl.at/2CHXl 2. https://shorturl.at/Xc6qH

	3. https://shorturl.at/VFPtz 4. https://rb.gy/6tevpe 5. https://tinyurl.com/56aj48ww 6. https://tinyurl.com/5njsmvs4

VII. Penilaian

Aspek Penliaian	Teknik	Instrumen	Keterangan
Sikap	Observasi	Lembar Observasi Sikap	Rubrik penilaian terlampir
Pengetahuan	Tes	Penugasan LKPD	- LKPD I berupa Teka-teki Silang (TTS) sebanyak 6 butir soal (Terlampir) - LKPD II berupa uraian sebanyak 3 butir soal (Terlampir)
Keterampilan	Observasi	Lembar observasi keterampilan	Rubrik penilaian terlampir

Semarang, 17 April 2025

Guru Pamong,

(Atsni Wahyu Lestari, S.Pd.)

Praktikan,

(Novita Nurhidayah)

Lampiran 1

MATERI

Bioteknologi telah mengalami beberapa tahap perkembangan yakni meliputi :

a. Bioteknologi kuno dimulai oleh sejarah awal yang berhubungan dengan makanan dan domestikasi
b. Bioteknologi klasik merupakan bioteknologi yang cukup sederhana yang sudah diaplikasikan oleh masyarakat selama ribuan tahun. Bioteknologi klasik terdiri dari bioteknologi kuno. Fermentasi dalam produksi makanan dan obat termasuk kedalam massa bioteknologi klasik.
c. Bioteknologi modern dimulai ketika para ahli biologi memulai untuk manipulasi genetika pada organisme. Mulai berkembang pesat sejak ditemukannya teknologi DNA.

Sedangkan pembagian sejarah perkembangan bioteknologi berdasarkan periode waktu sebagai berikut:

Pre 1800 : Aplikasi awal dan spekulasi

1800-1900 : Penemuan dasar yang sangat membantu dalam pemahaman tentang mahluk hidup

1900-1953 : Genetika 1953

1953-1976 : Penelitian DNA

1977-sekarang : Modern bioteknologi

Berikut ini beberapa para ilmuwan yang sangat berperan dalam perkembangan bioteknologi, antara lain:

a. Antonie van Leeuwenhoek berhasil menemukan sel, sehingga memacu penelitian penemuan Bakteri, Protista, dan jaringan
b. Gregor Johan Mendel, berhasil mengemukakan dua teori tentang penurunan sifat.
c. Walter Stanborough Sutton menyatakan bahwa kromosom berpasangan.
d. Thomas Hunt Morgan berhasil menemukan bahwa bahan pembawa sifat adalah gen yang berada di dalam kromosom.
e. Ernst Ruska merupakan salah satu peneliti yang pertama kali berhasil membuat desain mikroskop elektron konvensional.
f. Ian Wilmut merupakan perintis domba cloning Dolly.

Bioteknologi berasal dari istilah *bios* (kehidupan), *technos* (aplikasi), dan *logos* (sains). Secara komprehensif, bioteknologi adalah ilmu penerapan dari prinsip ilmiah dan rekayasa dalam penanganan dan pengolahan bahan mentah organik dan anorganik dengan bantuan makhluk hidup seperti mikroorganisme, hewan, dan tumbuhan guna menghasilkan produk dan jasa untuk kepentingan kehidupan manusia.

Mikrobiologi, biokimia, biologi molekuler, genetika, ilmu pangan, enzim, teknologi pangan, dan teknologi biokimia merupakan contoh ilmu pendukung bioteknologi. Hasil bioteknologi dapat berupa produk, jasa, maupun makhluk hidup rekayasa. Produk hasil bioteknologi dapat berupa makanan, minuman, obat-obatan, senyawa biokimia, hingga bahan bakar. Sedangkan hasil bioteknologi jasa misalnya pengolahan limbah, pemisah logam, dan pemberantas hama (Irnaningtyas dan Sagita, 2022).

Pernyatan di atas selaras dengan pendapat Pratiwi et al, (2017) yang mengatakan bahwa bioteknologi adalah teknik dari biokimia, mikrobiologi, aplikasi industri yang dalam pemanfaatannya menggunakan mikroorganisme dan jaringan sel. Bioteknologi merupakan pemanfaatan dari makhluk hidup dan komponen-komponen yang digunakan untuk berbagai bidang seperti bidang industri, pangan, dan pertanian. Dengan demikian, bioteknologi adalah aplikasi dalam pengetahuan ilmu bersumber dari biologi yang dapat memenuhi kebutuhan manusia.

Menurut Yusal (2021), Bioteknologi adalah ilmu mengenai pemafaatan mikroorganisme atau agen biologi untuk menghasilkan teknologi atau produk yang memiliki manfaat bagi kehidupan manusia. Produk yang dihasilkan yaitu penggabungan ilmu dasar dan ilmu terapan yang diubah

menjadi teknologi. Hasil bioteknologi berupa barang, jasa, dan makhluk hidup. Makhluk hidup hasil bioteknologi berupa hewan ternak dan tanaman budidaya yang bersifat unggul. Sementara, hasil arang dapat berupa makanan, minuman, obat-obatan, vitamin, dan bahan bakar.

Berdasarkan jenisnya, terbagi menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang masih menggunakan teknik tradisional. Adapun kelebihan dari bioteknologi konvensional yaitu biaya yang digunakan murah, pengaruh jangka panjangnya sudah diketahui, teknologi yang digunakan sederhana. Adapun kelemahan bioteknologi konvensional yaitu hasil produk tidak dapat diperkirakan, perbaikan dalam genetika tidak terarah dan waktu yang digunakan lama. Sedangkan bioteknologi modern adalah pengaplikasian bioteknologi yang menggunakan agen hayati yang direkayasa untuk dapat membuat produk dalam skala industri. Adapun bioteknologi modern memiliki kelebihan yaitu dapat memiliki perbaikan dalam sifat genetik yang terarah, dapat mengatasi masalah genetik. Adapun kekurangan dalam bioteknologi modern ini yaitu biaya yang digunakan relatif mahal, teknologi yang digunakan harus canggih, pengaruh dalam jangka panjangnya belum diketahui (Pratiwi et al, 2017).

Beberapa aspek utama yang mencakup bioteknologi konvensional antara lain fermentasi tradisional, pemuliaan selektif, kultur jaringan, produksi enzim, pengolahan limbah, produksi antibiotik dan vaksin, bioremediasi, pembuatan makanan dan minuman tradisional, produksi *Biofuel,* pengggunaan biopestisida dan pupuk hayati. Sedangkan komponen yang mendefinisikan bioteknologi modern diantaranya rekayasa genetika, pengeditan gen, biologi sintetis, produksi protein rekombinan, terapi gen, imunoterapi, penerapan dalam pertanian, nanobioteknologi, tantangan dan etika (Parwito et al, 2021).

2. Penerapan Bioteknologi dalam Kehidupan

Berikut ini penerapan Bioteknologi di berbagai bidang antara lain:

a. Bidang Pangan

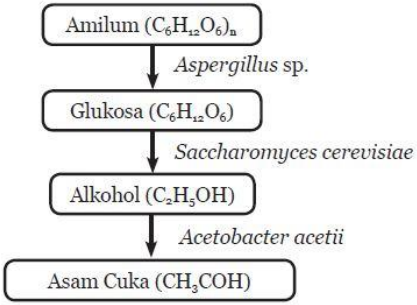
Bioteknologi pangan adalah bioteknologi yang digunakan untuk menghasilkan produk makanan dengan memanfaatkan mokroorganisme. Beberapa contoh produk bioteknologi di bidang pangan yaitu tapai, yoghurt, keju, tempe, kecap, roti, dan minuman beralkohol. Berikut penjelasannya:

(1) Tapai

Tapai dibuat dengan memanfaatkan mikroorganisme yang ada dalam ragi tapai.

Mikroorganisme yang berperan yaitu khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Selain itu, jamur *Aspergillus* sp., dan bakteri *Acetobacter aceti* juga berperan dalam pembuatan tapai. Mikroorganisme yang terdapat pada ragi tapai memiliki peranan yang sinergis, artinya mikroorganisme tersebut bekerja bersama untuk mengubah bahan baku dari singkong atau beras menjadi tapai. Selama pembuatan tapai terjadi pemecahan (hidrolis) amilum atau pati menjadi glukosa. Proses ini dibantu oleh jamur *Aspergillus* sp. dan pada proses inilah yang membuat tapai berasa manis. Glukosa yang dihasilkan dari proses tersebut difermentasi menjadi alkohol oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Proses ini menyebabkan tapai memiliki aroma yang khas. Proses fermentasi dalam pembuatan tapai adalah respirasi anaerob, artinya dalam prosesnya tidak diperlukan oksigen. Rasa masam pada tapai disebabkan adanya kandungan asam cuka (asam asetat). Asam cuka dihasilkan dari proses fermentasi alkohol oleh bakteri *Aspergillus* sp. secara aerob (dalam keadaan terdapat oksigen).

Oleh sebab itu, supaya tapai tidak terlalu masam tapai harus ditutup dengan rapat.



Gambar 1. Perubahan Kimia yang terjadi pada Pembuatan Tapai

Sumber : Azzahra, (2022)

(2) Yoghurt



Gambar 2. Yoghurt

Sumber: Daniatur (2023)

Yoghurt adalah makanan yang dihasilkan dari proses fermentasi susu dengan bantuan bakteri. Yoghurt kaya akan protein, kalsium, vitamin A, B, C, E, dan vitamin K. Proses fermentasi susu menjadi yoghurt melibatkan peranan bakteri asam laktat, misalnya *Lactobacillus casei, Streptococcus*

thermophillus, Lactobacillus bulgaricus, dan *Bifidobacteria.* Dalam pembuatan yoghurt, susu harus dididihkan terlebih dahulu pada suhu 85-90^{0}C agar bakteri-bakteri lain mati dan protein dalam susu redenaturasi (mengalami kerusakan). Bakteri asam laktat mampu mengubah laktosa yang terkandung dalam susu menjadi asam laktat. Asam laktat tersebut yang menyebabkan denaturasi protein dan pelepasan kalsium serta fosfat dari protein kasein susu sehingga protein kasein menjadi tidak stabil dan mengalami pengendapan. Proses tersebut yang menyebabkan yoghurt memiliki tekstur yang kental.

(3) Keju



Gambar 3. Keju

Sumber: Afiati (2013)

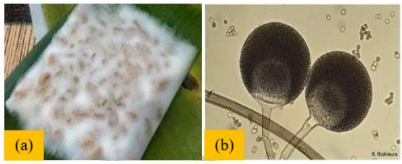
Keju adalah makanan yang dihasilkan dari proses koagulasi atau pengentalan protein kasein susu. Selama proses pembuatan, susu biasanya dibuat dalam kondisi asam dan ditambahkan rennet. Pengasaman susu, dapat dilakukan dengan

menambahkan bakteri asam laktat seperti *Lactococcus* sp., *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Streptococcus thermophillus*. Rannet merupakan kompleks enzim yang dihasilkan di dalam perut hewan ruminansia yang komponen penyusun utamanya adalah enzim rennin atau enzim *chymosin.* Enzim *rennin* merupakan kelompok enzim *protease* yang mampu memutuskan ikatan *peptide* dalam protein yang menghubungkan asam amino satu dengan yang lain. Enzim tersebut yang memiliki peran penting dalam pemisahan dan pengentalan protein kasein dalam susu, sehingga terbentuk bagian padat yang disebut dengan dadih *(curd)* dan bagian yang cair disebut dengan air dadih *(whey).* Dadih inilah yang akan diproses lebih lanjut melalui proses pematangan dan pengemasan sehingga terbentuk olahan makanan yang dinamakan keju.

(4) Tempe

Pada dasarnya proses produksi tempe menggunakan teknik fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* pada biji kedelai. Pada proses pertumbuhannya, jamur akan

menghasilkan benang-benang yang disebut dengan hifa. Benang-benang itu mengakibatkan biji-bijian kedelai saling terikat dan membentuk struktur yang kompak seperti pada Gambar 4a.



Gambar 4 a. Tempe**, b.** Struktur Mikroskopis Jamur *Rhizopus Oryzae*

Sumber: Astawan (2009)

Pada waktu pertumbuhannya, jamur juga akan menghasilkan suatu enzim protease yang dapat menguraikan kompleks protein yang ada pada kedelai menjadi asam amino yang lebih mudah dicerna oleh tubuh. Inilah alasan kenapa tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh daripada kedelai.

(5) Kecap

Kecap merupakan salah satu produk hasil teknologi yang terbuat dari kacang kedelai secara tradisional proses pembuatan kedelai melibatkan proses hidrolisis dan fermentasi dengan menggunakan jamur Aspergillus oryzae, Aspergillus sojae, Aspergillus wentii.

Tahap awal pembuatan kecap, kedelai dicuci bersih, kemudian direbus hingga matang. Selanjutnya, kedelai yang telah direbus ditaburi dengan kultur jamur (**Gambar 4a).** Kemudian, dicampur air garam dengan jumlah tertentu. Setelah beberapa waktu jamur akan berkembang, menghasilkan enzim yang mampu menghidrolisis amilum menjadi gula sederhana dan menghidrolisis protein menjadi asam amino. Gula sederhana dan asam amino akan mengalami reaksi membentuk ikatan amino-glikosida sehingga menghasilkan warna coklat gelap. Dari proses tersebut, akan terbentuk campuran butiran biji kedelai dan cairan kental berwarna coklat gelap (Gambar 2.6b). Selanjutnya, campuran ini disaring untuk memisahkan cairan dengan butiran biji kedelai. Cairan coklat gelap tersebut selanjutnya dipanaskan untuk memastikan jamur maupun bakteri. Cairan inilah yang dinamakan kecap, yang biasanya dikemas dalam botol.



Gambar 5 a. Kacang Kedelai yang telah ditumbuhi Jamur *Aspergillus sojae*,
b. Fermentasi Kacang Kedelai
Sumber : Astawan (2009)

(6) Roti

Roti adalah makanan yang terbuat dari bahan dasar utama tepung terigu dan air. Selain dua bahan tersebut. masih banyak komposisi yang ditambahkan ke dalam adonan roti. Perbedaan komposisi ini menyebabkan roti sangat beragam, baik jenis, bentuk, ukuran, maupun teksturnya. Pembuatan roti dan donat memanfaatkan proses fermentasi yang dibantu oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentasi yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan banyak gas karbon dioksida dan sedikit alkohol. Gas karbon dioksida menjadikan adonan roti mengembang, sedangkan alkohol akan menghasilkan aroma khas pada adonan roti. Gas karbon dioksida yang terperangkap dalam adonan akan memuai saat adonan dimasukkan ke oven, sehingga membuat roti semakin mengembang,

dan meninggalkan rongga dalam roti. Peristiwa ini menjadikan roti lebih menarik dan lebih ringan sehingga lebih mudah untuk dikonsumsi.

(7) Minuman beralkohol

Bir adalah minuman beralkohol yang terbuat dari biji serealia, sedangkan wine terbuat dari ekstrak buah anggur. Pembuatan minuman beralkohol melibatkan proses fermentasi yang dilakukan oleh *Saccharomyces.* Jenis *Saccharomyces* dan jenis bahan baku yang berbeda mampu menghasilkan aroma dan rasa yang khas pada beberapa jenis minuman beralkohol. Lama proses fermentasi akan berpengaruh terhadap jumlah alkohol yang dihasilkan. Semakin lama proses fermentasi minuman, maka semakin tinggi kandungan alkoholnya.

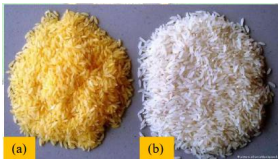


Gambar 6. Proses fermentasi Wine

Sumber: Putu et al, (2018)

b. Bidang Pertanian

Tanaman yang susunan gennya telah dimanipulasi disebut dengan tanaman transgenik. Saat ini, telah banyak tanaman transgenik yang sudah dikembangkan, misalnya jagung, padi, kedelai, tomat, dan papaya. Melalui rekayasa genetika, suatu tanaman dapat direkayasa supaya bisa bertahan terhadap serangan hama bahkan membunuh hama yang menyerang tanaman tersebut, sehingga dapat meningkatkan hasil produksi. Tanaman juga dapat dirancang untuk tahan terhadap herbisida dan insektisida melalui rekayasa genetika. Tanaman transgenik lain yang telah dikembangkan yaitu beras yang mengandung zat besi dan vitamin A, beras yang mengandung vitamin A dikenal dengan nama *Golden rice*. *Golden rice* dikembangkan dengan cara mengambil gen pengode pembentuk provitamin A atau beta karoten pada tanaman wortel atau pada tanaman lain, lalu menyisipkannya ke dalam gen tanaman padi. Ketika kita mengkonsumsi *Golden rice* provitamin A yang terkandung dalam beras tersebut akan diubah oleh tubuh menjadi vitamin A.



Gambar 7 a. *Golden rice* Berwarna Kuning, **b.** beras Normal Berwarna putih
Sumber: Muchtadi et al, (2010)

c. Bidang Peternakan

Saat ini ilmuwan telah menggunakan teknik rekayasa genetika untuk berbagai keperluan dalam bidang peternakan, misalnya meningkatkan produksi susu dan pencegahan penyakit pada hewan ternak. Misalnya pengembangan sapi trasgenik yang tahan terhadap penyakit mastitis, yaitu penyakit pembengkakan pada kelenjar susu yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Staphylococcus aureus.* Pengembangan sapi transgenik dilakukan dengan cara memasukkan gen pengode enzim *lysostaphin* yang diambil dari bakteri *Staphylococcus simulans*. Melalui rekayasa genetik dapat pula dikembangkan sapi yang mampu menghasilkan daging yang berkualitas dan mampu tumbuh dengan cepat.



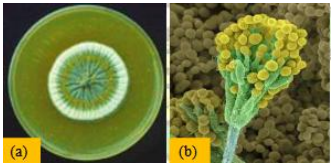
Gambar 8 a. Sapi Biasa, **b.** Sapi Transgenik

Sumber: Jamsari (2007)

d. Bidang Kesehatan

(1) Antibiotik

Perkembangan bioteknologi dalam bidang kesehatan dimulai dengan penemuan antibiotik penisilin oleh Alexander Fleming tahun 1928. Antibiotik adalah senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain, khususnya bakteri. Antibiotik penisilin dihasilkan oleh jamur *Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum*.



Gambar 9 a. *Penicillium notatum*, **b.** Koloni *Penicillium notatum* yang Menghambat Pertumbuhan Koloni Bakteri

Sumber: Winarno, (2002)

Berikut ini merupakan jenis-jenis antibiotik yang diperoleh dari beberapa jenis mikroorganisme

Tabel 4. Mikroorganisme yang dipilih sebagai Sumber Antibiotik

Nama Mikroorganisme	Antibiotik yang dihasilkan
Penicillium notatum dan *penicillium chrysogenum*	Penisilin
Streptomyces griseus	*Streptomycin*
Streptomyces fradiae	*Neomycin*
Streptomyces aureofaciens	*Tetracycline*
Bacillus licheniformis	*Bacitracin*

Sumber: Zubaidah et al, (2018)

(2) Vaksin



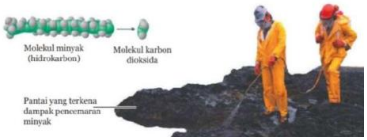
Gambar 10. Vaksinasi

Sumber: Tasnim (2021)

Vaksinasi adalah langkah yang sangat efektif untuk melindungi tubuh dari patogen-patogen yang menyebabkan penyakit, misalnya hepatitis, polio, tetanus, campak, dan sebagainya. Vaksinasi adalah suatu proses peningkatan sistem kekebalan tubuh dengan cara memasukkan vaksin ke dalam tubuh seseorang, sehingga memiliki kekebalan terhadap penyakit tertentu yang disebabkan oleh virus atau bakteri. Vaksin dapat berupa bakteri dan virus yang telah dilemahkan atau merupakan bagian kecil dari tubuh bakteri atau virus.

e. Bidang Lingkungan

Berkaitan dengan kasus pencemaran air laut oleh tumpahan minyak di perairan, ilmuwan memanfaatkan bakteri dari genus *Pseudomonas* untuk membersihkan tumpahan minyak. Bakteri *Pseudomonas* mampu memanfaatkan minyak sebagai sumber energinya dengan cara memecah molekul minyak menjadi karbon dioksida (CO_2). Namun, yang dilakukan oleh bakteri tersebut membutuhkan waktu yang sangat lama. Untuk mempercepat proses tersebut, Ilmuwan menambah formula yang mengandung senyawa kalium fosfat dan urea sebagai nutrisi tambahan bagi bakteri.



Gambar 11. Penyemprotan Lingkungan yang Tercemari Minyak dengan Nutrisi bagi Bakteri

Sumber: Zubaidah et al, (2018)

Pemanfaatan bakteri untuk mendegrasi atau menguraikan polutan yang mencemari lingkungan disebut bioremediasi. Selain untuk mengatasi pencemaran di laut, bioremediasi juga banyak digunakan untuk mengatasi pencemaran di perairan, seperti di kolam atau danau. Penanggulangan

pencemaran lingkungan juga dapat menggunakan tanaman tertentu, misalnya eceng gondok dan bunga matahari. Teknik tersebut disebut fitoremediasi



Gambar 12. Pembersihan Polutan yang Dibantu oleh Bakteri melalui Proses Bioremediasi
(a) Foto Sebelum Bioremediasi, (b) Foto Setelah Bioremediasi
Sumber: Zubaidah et al, (2018)

f. Bidang Forensik

Forensik adalah aplikasi teknik-teknik dan metode ilmiah yang digunakan untuk menginvestigasi suatu kejahatan atau tindak kriminal. Seiring dengan perkembangan bioteknologi telah ditemukan teknik investigasi yang lebih akurat yaitu melalui teknik DNA fingerprinting atau sidik DNA. DNA fingerprinting yaitu teknik yang dilakukan untuk mengidentifikasi seseorang berdasarkan pada profil pita DNA. Prosedur DNA fingerprinting memiliki kesamaan dengan teknik investigasi menggunakan tes sidik jari. Dalam tes sidik jari dilakukan pencocokan profil sidik jari seseorang. Sedangkan pada DNA fingerprinting dilakukan

pencocokan profil DNA individu. DNA dapat digunakan sebagai acuan dalam investigasi sebab profil DNA setiap individu memiliki keunikan dan memiliki ketertarikan dengan profil DNA dalam satu keluarga.

3. Manfaat Bioteknologi bagi Manusia

Menurut Sakirah (2023) bioteknologi memiliki beberapa manfaat sebagai berikut:

d. Makanan dan minuman yang dibuat melalui proses fermentasi akan menghasilkan bahan makanan yang lebih mudah dicerna oleh tubuh.
e. Mampu menguraikan polutan dengan bioremediasi.
f. Melalui rekayasa genetika mampu menciptakan bibit unggul yang akan memberikan produk bermutu tinggi, misalnya tahan terhadap penyakit tanaman, mengendalikan serangga perusak tanaman, dan lain-lain.

4. Dampak Penerapan Bioteknologi

Menurut Zubaidah (2018) penerapan bioteknologi memiliki beberapa dampak sebagai berikut:

a. Dampak terhadap lingkungan: organisme transgenik dapat menjadi polusi gen sehingga dapat merusak keanekaragaman plasma nutfah, bahkan dapat memunculkan hama baru yang lebih kuat sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem.

b. Dampak terhadap kesehatan. Ada orang yang alergi apabila mengkonsumsi tumbuhan atau hewan hasil rekayasa genetika, minuman beralkohol juga seringkali disalahgunakan sehingga berdampak buruk bagi kesehatan.
c. Dampak terhadap sosial dan ekonomi. Pengusaha dengan jumlah modal yang besar dapat mengembangkan pertanian transgenik dengan hasil yang lebih berkualitas, sehingga petani-petani nasional tidak mampu bersaing.

Lampiran 2

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) I

BIOLOGI KELAS X

"Bioteknologi"

Nama Kelompok/Kelas :

Anggota Kelompok : 1. 6.
2. 7.
3. 8.
4. 9.
5. 10.

Tujuan Pembelajaran

1. Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
2. Menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
2. Siswa mampu menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia

Informasi Pendukung

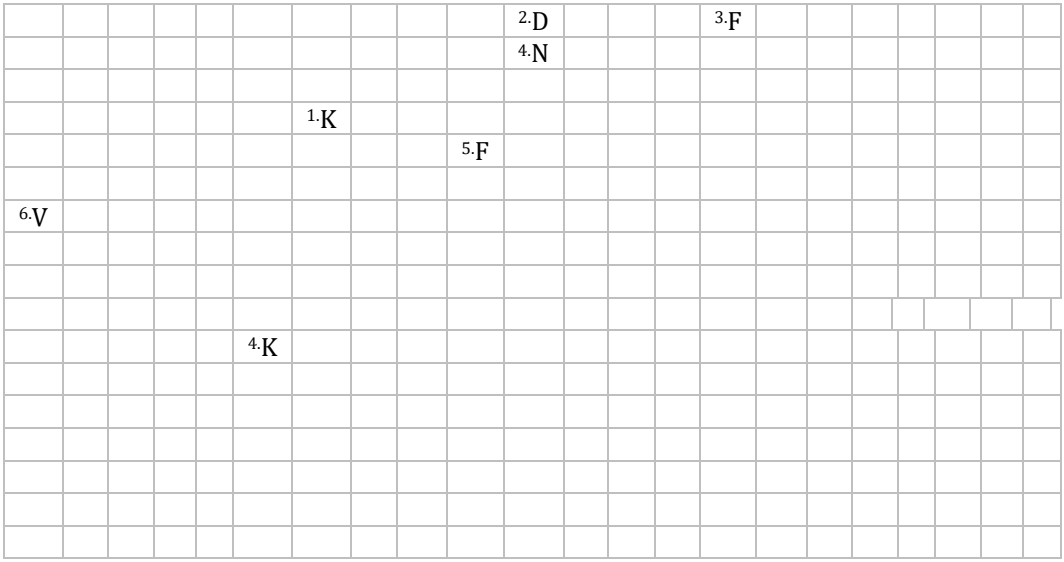
Bioteknologi menghasilkan berbagai produk yang dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional memanfaatkan mikroorganisme secara alami tanpa rekayasa genetik, seperti pada pembuatan tempe, yoghurt, dan tape.

Sementara itu, bioteknologi modern menggunakan teknologi canggih seperti rekayasa genetika, contohnya tanaman transgenik, vaksin mRNA, dan insulin rekombinan. Pemanfaatan bioteknologi memberikan banyak manfaat dalam kehidupan manusia, antara lain meningkatkan kualitas dan ketahanan pangan, menghasilkan obat dan vaksin untuk kesehatan, meningkatkan hasil pertanian dan peternakan, serta membantu menjaga lingkungan melalui pengolahan limbah secara biologis.

Petunjuk Kerja :

1) Bacalah LKPD, bahan ajar, serta media pembelajaran lain yang berkaitan dengan materi Bioteknologi dengan cermat
2) Bandingknlah informasi yang kalian peroleh dari satu media dengan media lain. Catatlah dengan teliti informasi-informasi penting dari berbagai media tersebut.

Diskusikan soal-soal Teka-teki Silang (TTS) di bawah ini bersama kelompokmu!



Menurun :

1. Salah satu contoh produk bioteknoogi bidang pangan yang terbuat dari bahan dasar kedelai …
2. Pemanfaatan bioteknologi bidang forensik yang dilakukan melalui pencocokkan profil DNA individu ...
3. Proses penggunaan mikroorganisme seperti bakteri atau ragi untuk mengubah bahan organik, seperti gula atau pati, menjadi produk lain, seperti alkohol, asam, atau gas, yang digunakan dalam pembuatan makanan dan minuman.....

Mendatar :

3. Tapai dibuat dengan memanfaatkan mikroorganisme yang ada dalam ragi tapai. Jenis mikroorganisme tersebut adalah ...
4. Penanggulangan pencemaran lingkungan juga dapat menggunakan tanaman tertentu, misalnya eceng gondok dan bunga matahari.
5. Langkah yang sangat efektif untuk melindungi tubuh dari patogen-patogen yang menyebabkan penyakit, misalnya hepatitis, polio, tetanus, campak, dan sebagainya ...

KUNCI JAWABAN SOAL LKPD I

Menurun :

1. Kecap
2. DNA Fingeprinting
3. Fermentasi

Menurun :

4. Khamir
5. Fitoremediasi
6. Vaksinasi

Lampiran 3

LEMBAR KERJA SISWA (LKPD) II

BIOLOGI KELAS X

"Bioteknologi"

Nama Kelompok/Kelas :

Anggota Kelompok : 1. 6.

2. 7.

3. 8.

4. 9.

5. 10.

Tujuan Pembelajaran

1.Merancang pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu merancang pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan dengan benar.

Informasi Pendukung

Bioteknologi adalah penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk memanfaatkan organisme, sel, atau molekul untuk menghasilkan produk atau layanan yang bermanfaat bagi manusia. Pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas hidup dan mengatasi berbagai tantangan global, terutama di bidang pangan, kesehatan, dan lingkungan.

Petunjuk Kerja :

1) Bacalah LKPD, bahan ajar, serta media pembelajaran lain yang berkaitan dengan materi Bioteknologi dengan cermat
2) Bandingknlah informasi yang Kalian peroleh dari satu media dengan media lain. Catatlah dengan teliti informasi-informasi penting dari berbagai media tersebut.

Diskusikan soal-soal di bawah ini bersama kelompokmu!

1. Analisislah pemanfaatan bioteknologi dalam bidang lingkungan untuk mengatasi polusi. Rancanglah solusi berbasis bioteknologi untuk mengurangi polusi plastik di lautan. Jelaskan langkah-langkah yang akan diambil dalam program tersebut!

   Jawab :

2. Di sebuah desa di daerah pedalaman, banyak petani mengalami kesulitan dalam meningkatkan hasil panen mereka, terutama padi, karena tanah yang kurang subur dan sering terjadi kekeringan. Pemerintah desa berencana untuk memperkenalkan bioteknologi untuk membantu para petani mengatasi masalah tersebut. Anda diminta untuk merancang sebuah solusi berbasis bioteknologi yang dapat membantu meningkatkan hasil pertanian padi di desa tersebut. Jelaskan langkah-langkah yang dapat diambil

untuk memanfaatkan bioteknologi dalam meningkatkan hasil pertanian padi di desa tersebut!

Jawab :

3. Dalam rangka mengatasi masalah kekurangan gizi vitamin A di negara berkembang, Anda diminta untuk merancang pemanfaatan bioteknologi dalam bidang pangan. Solusi apa yang Anda sarankan, dan bagaimana penerapannya?

   Jawab :

KUNCI JAWABAN SOAL LKPD II

NO.	JAWABAN
1.	**Program Pemanfaatan Bioteknologi untuk Mengurangi Polusi Plastik di Lautan** **Langkah 1: Pengembangan Mikroba Pemecah Plastik** • **Tujuan**: Mengembangkan mikroorganisme yang mampu menguraikan plastik di laut menjadi senyawa yang lebih ramah lingkungan. • **Metode**: Mengidentifikasi dan mengisolasi bakteri atau jamur yang memiliki kemampuan untuk memecah plastik, seperti *Ideonella sakaiensis*, yang dapat menguraikan PET (Polyethylene Terephthalate), bahan umum dalam plastik. • **Contoh**: Rekayasa mikroorganisme untuk meningkatkan kemampuan dekomposisi plastik dan memperkenalkan mereka ke ekosistem laut yang terkontaminasi plastik. **Langkah 2: Penerapan Teknologi Bioremediasi di Laut** • **Tujuan**: Menerapkan mikroorganisme yang telah dikembangkan untuk membersihkan polusi plastik di perairan laut. • **Metode**: Menebar mikroba pemecah plastik ke area laut yang tercemar, baik melalui teknologi pemurnian air laut maupun metode lain yang aman bagi ekosistem laut. • **Contoh**: Meningkatkan konsentrasi mikroorganisme pemecah plastik pada lokasi yang tercemar atau melalui media berbasis biofilter untuk mempercepat proses pemecahan plastik. **Langkah 3: Pemantauan dan Evaluasi Proses Dekomposisi** • **Tujuan**: Memantau efektivitas mikroorganisme dalam mengurai plastik dan memastikan tidak ada dampak negatif terhadap ekosistem laut. • **Metode**: Melakukan pengujian kualitas air secara berkala untuk mengevaluasi keberhasilan dan dampak dari penggunaan mikroba tersebut.

	• **Contoh**: Menggunakan alat pemantau kualitas air dan mengukur tingkat penguraian plastik serta konsentrasi mikroba yang diperlukan untuk mencapai hasil yang optimal. **Langkah 4: Penyuluhan dan Kolaborasi dengan Pihak Terkait** • **Tujuan**: Meningkatkan kesadaran masyarakat dan sektor industri terhadap pentingnya pengurangan plastik di lautan dan penggunaan bioteknologi untuk solusi lingkungan. • **Metode**: Melibatkan pemerintah, LSM, dan masyarakat untuk mendukung penerapan teknologi bioteknologi dalam pengelolaan polusi plastik. • **Contoh**: Program pendidikan tentang pengelolaan sampah plastik yang lebih baik dan penerapan bioteknologi untuk menjaga kebersihan laut
2.	**Langkah 1: Pemuliaan Tanaman Padi Tahan Kekeringan** • **Tujuan**: Menghasilkan varietas padi yang dapat bertahan dalam kondisi kekeringan. • **Metode**: Menggunakan teknik rekayasa genetika untuk menciptakan tanaman padi yang memiliki daya tahan lebih tinggi terhadap kekeringan. Misalnya, dengan memasukkan gen yang meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap air lebih efisien. • **Contoh**: Menggunakan teknologi CRISPR atau pemuliaan konvensional untuk mengembangkan padi yang dapat tumbuh optimal meskipun dalam kondisi air terbatas. **Langkah 2: Penggunaan Biofertilizer untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah** • **Tujuan**: Meningkatkan kesuburan tanah yang kurang subur di desa tersebut. • **Metode**: Menggunakan mikroorganisme atau biofertilizer yang mengandung bakteri pengikat nitrogen atau bakteri yang dapat meningkatkan kandungan unsur hara di tanah. • **Contoh**: Menggunakan bakteri Rhizobium untuk memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan

	hasil pertanian dengan cara mengikat nitrogen yang dibutuhkan oleh tanaman. **Langkah 3: Penyuluhan dan Pelatihan kepada Petani** • **Tujuan**: Memberikan pengetahuan kepada petani tentang cara menggunakan teknologi bioteknologi untuk meningkatkan hasil pertanian mereka. • **Metode**: Mengadakan pelatihan tentang pemanfaatan benih unggul dan penggunaan biofertilizer. • **Contoh**: Mengadakan workshop di desa tentang cara menanam padi menggunakan benih tahan kekeringan dan cara aplikasi biofertilizer yang efektif. **Langkah 4: Pemantauan dan Evaluasi** • **Tujuan**: Memastikan keberhasilan penerapan teknologi dan melihat dampaknya terhadap hasil panen. • **Metode**: Melakukan pemantauan hasil panen dari petani yang menggunakan teknologi tersebut dan membandingkannya dengan hasil petani yang tidak menggunakan teknologi. • **Contoh**: Mengadakan survei untuk mengevaluasi peningkatan hasil pertanian dan kesejahteraan petani setelah penggunaan teknologi bioteknologi.
3.	Solusi yang saya sarankan adalah pengembangan beras yang diperkaya dengan vitamin A, seperti Golden Rice. Dengan menggunakan teknik rekayasa genetika, beras ini dapat mengandung provitamin A yang dapat dikonversi tubuh menjadi vitamin A. Ini dapat membantu mengatasi defisiensi vitamin A, yang sering menyebabkan kebutaan pada anak-anak. Penerapannya bisa dilakukan dengan distribusi benih Golden Rice ke daerah-daerah yang banyak mengonsumsi beras putih, sambil mengedukasi masyarakat tentang manfaatnya untuk kesehatan.

Lampiran 4

Instrumen Penilaian Sikap

- Lembar Observasi Penilaian Sikap

No.	Nama siswa	Mandiri			Kreatif			Berpikir kritis			Skor	Nilai akhir
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												

- Rubrik Penilaian Sikap Siswa

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
1.	Mandiri	Siswa tidak memiliki kepercayaan diri saat menyampaikan pendapat	1
		Siswa kurang memiliki kepercayaan diri saat menyampaikan pendapat	2
		Siswa memiliki kepercayaan diri saat menyapaikan pendapat	3
2.	Kreatif	Siswa tidak memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan	1

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
		Siswa kurang memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan	2
		Siswa memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan	3
3.	Berpikir kritis	Siswa tidak memiliki ide atau gagasan terkait materi yang disampaikan.	1
		Siswa kurang memiliki ide atau gagasan terkait materi yang disampaikan.	2
		Siswa memiliki ide atau gagasan terkait materi yang disampaikan.	3

Nilai maksimum = (Jumlah skor yang diperoleh / Jumlah skor keseluruhan) x 100

Lampiran 5

Instrumen Penilaian Pengetahuan

- Lembar Observasi Penilaian Pengetahuan

No.	Nama siswa	Kejelasan			Kelengkapan			Skor	Nilai akhir
		1	2	3	1	2	3		
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									

- Rubrik Penilaian Pengetahuan Siswa

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
1.	Kejelasan	Siswa mengisi LKPD dengan jawaban tidak tepat	1
		Siswa mengisi LKPD dengan jawaban kurang tepat	2
		Siswa mengisi LKPD dengan jawaban tepat	3
2.	Kelengkapan	Siswa mengisi LKPD dengan jawaban tidak lengkap	1
		Siswa mengisi LKPD dengan jawaban kurang lengkap	2
		Siswa mengisi LKPD dengan jawaban lengkap	3

Nilai maksimum = (Jumlah skor yang diperoleh / Jumlah skor keseluruhan) x 100

Lampiran 6

Instrumen Penilaian Keterampilan

- Lembar Observasi Penilaian Keterampilan (Presentasi)

No.	Nama siswa	Keterampilan menampilkan di depan kelas			Ketepatan menjabarkan hasil diskusi kelompok			Ketepatan bersikap dan berperilaku			Skor	Nilai akhir
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												

- Rubrik Penilaian Keterampilan Siswa

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
1.	Keterampilan menampilkan di depan kelas	Siswa mampu menampilkan diri secara berkelompok di depan kelas tidak percaya diri	1
		Siswa mampu menampilkan diri secara berkelompok di depan kelas kurang percaya diri	2
		Siswa mampu menampilkan diri secara berkelompok di depan kelas dengan percaya diri	3
2.	Ketepatan menjabarkan hasil diskusi kelompok	Siswa mampu menjabarkan hasil diskusi menggunakan bahasa yang tidak baik.	1
		Siswa mampu menjabarkan hasil diskusi menggunakan bahasa yang kurang baik.	2
		Siswa mampu menjabarkan hasil diskusi menggunakan bahasa yang baik.	3

No.	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
3.	Ketepatan bersikap dan berperiilaku	Siswa mampu menunjukkan sikap yang tidak baik dan intonasi yang jelas saat presentasi.	1
		Siswa mampu menunjukkan sikap yang baik tetapu intonasi kurang jelas saat presentasi.	2
		Siswa mampu menunjukkan sikap yang baik dan intonasi yang jelas saat presentasi.	3

Nilai maksimum = (Jumlah skor yang diperoleh / Jumlah skor keseluruhan) x 100.

Lampiran 40. Lembar Validasi Modul Ajar

LEMBAR VALIDASI

MODUL AJAR

Nama Validator : Hafidha Asni Akmalia, M.Pd.

Tanggal Pengisian : 17 April 2025

Nama : Novita Nurhidayah

NIM : 2108086163

Judul : Pengaruh *Mind Mapping* Berbasis *Question Student Have (QSH)* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari validator terhadap modul ajar. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dengan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

Dalam menyusun skripsi ini, peneliti telah merancang instrumen modul ajar materi Bioteknologi. Sehubungan dengan hal tersebut, peneliti memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai tingkat kevalidan instrumen yang telah disusun. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (√) pada skala penilaian yang telah tersedia.

Skor 4 = Sangat layak Skor 2 = Kurang layak

Skor 3 = Layak Skor 1 =Tidak Layak

Untuk mendukung kelengkapan dan pnyempurnaan instrumen modul ajar materi Bioteknologi, peneliti memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan saran dan masukan guna perbaikan kedepannya. Peneliti mengucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu dalam memberikan penilaian yang objektif.

C. Lembar Penliaian

No.	Aspek	Indikator	Skala			
			1	2	3	4
1.	Identitas Modul	a. Identitas penulis b. Fase c. Mata pelajaran d. Alokasi waktu				√
2.	Kompetensi Awal	Terdapat informasi kompetensi awal yang dimiliki siswa. Kompetensi ini berupa pengetahuan maupun keterampilan yang dimiliki siswa sebelum siswa melaksanakan kegiatan pembelajaran				√
3.	Profil Pelajar Pancasila	Profil pelajar pancasila terdapat dalam modul ajar yang menjadi akhir dari kegiatan pembelajaran				√
4.	Sarana dan Prasarana	Sarana dan prasarana sesuai berupa alat maupunmateri sebagai penunjang dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran dan sumber bahan ajar yang dibutuhkan siswa			√	
5.	Target Peserta Didik	Target peserta didik sesuai dan jelas				√

No.	Aspek	Indikator	Skala			
			1	2	3	4
6.	Model Pembelajaran	a. Kegiatan pembelajaran sesuai dengan sintaks model pembelajaran yang digunakan b. Tahap dalam pembelajaran untuk setiap kegiatan diuraikan dengan jelas				√
7.	Capaian Pembelajaran	Capaian pembelajaran dalam modul ajar dinyatakan dengan jelas				√
8.	Tujuan Pembelajaran	a. Tujuan pembelajaran sesuai dengan capaian pembelajaran b. Tujuan pembelajaran memuat aspek ABCD (audience, behavior, condition, and degree)				√
9.	Pemahaman Bermakna	Menyajikan informasi tentang manfaat yang akan siswa peroleh setelah mengikuti proses pembelajaran			√	
10.	Pertanyaan Pemantik	Pertanyaan pemantik disusun dengan kalimat pertayaan yang jelas untuk memantik rasa ingin tahu			√	
11.	Kegiatan Pembelajaran	a. Kegiatan pembelajaran sesuai dengan sintaks model pembelajaran yang digunakan				√

No.	Aspek	Indikator	Skala			
			1	2	3	4
		b. Tahap dalam pembelajaran untuk setiap kegiatan diuraikan dengan jelas				

Sumber: Adaptasi dari Oktavia (2023)

D. Saran

.....

.....

E. Indikator Penlilaian

Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala Likert untuk untuk menganalisis hasil validasi instrumen yang telah dilakukan oleh validator. Perhitungsn tersebut menggunakan rumus sebagai berikut:

Skor (%) = (jumlah skor yang diperoleh/jumlah skor maksimal) x 100%

= (41/44) x 100 = 93 %

Berikut ini persentase kelayakan dihitung dan diinterpresentasikan ke dalam kategori kelayakan sesuai dengan tabel di bawah ini:

No.	Peresentase (%	Kategori
1.	0% - 20 %	Sangat tidak layak
2.	21% - 40%	Tidak layak
3.	41% - 60%	Cukup layak
4.	61% - 80%	Layak
5.	**81% - 100%**	**Sangat Layak**

Sumber: Sa'dun (2013)

F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, mohon berikan kesimpulan Bapak/Ibu dengan memberi tanda pada salah satu nomor yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.

1. Modul ajar dapat digunakan tanpa revisi
2. **Modul ajar dapat digunakan setelah revisi**

Seamarang, 17 April 2025

Validator



Hafidha Asni Akmalia, M.Pd.

Lampiran 41. LKPD Kelas Eksperimen



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) I

BIOLOGI KELAS X

"Bioteknologi"

Nama Kelompok/Kelas :

Anggota Kelompok : 1. 6.

2. 7.

3. 8.

4. 9.

5. 10.

Tujuan Pembelajaran

1. Mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi
2. Menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu mengidentifikasi sejarah dan definisi bioteknologi
2. Siswa mampu menguraikan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern

Informasi Pendukung

Bioteknologi adalah ilmu penerapan dari prinsip ilmiah dan rekayasa dalam penanganan dan pengolahan bahan mentah organik dan anorganik dengan bantuan makhluk hidup seperti mikroorganisme, hewan, dan tumbuhan guna menghasilkan produk dan jasa untuk kepentingan kehidupan manusia. Berdasarkan jenisnya, terbagi menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi

konvensional adalah bioteknologi yang masih menggunakan teknik tradisional, sedangkan bioteknologi modern adalah pengaplikasian bioteknologi yang menggunakan agen hayati yang direkayasa untuk dapat membuat produk dalam skala industri.

Petunjuk Kerja :

1) Bacalah petunjuk kerja sebelum mengerjakan LKPD
2) Lengkapi identitas kelompok
3) Gunakan sumber belajar lain yang relavan untuk menjawab LKPD
4) Diskusikan dalam kelompok dan kerjakan LKPD dengan teliti.
5)

AYO BERLATIH

1. Silakan berkumpul bersama kelompok masing-masing
2. Kumpulkan kartu yang berisi pertanyaan-pertanyaan
3. Kelompokkan pertanyaan-pertanyaan tersebut sesuai dengan topiknya
4. Tuangkan pertanyaan-pertanyaan tersebut dalam bentuk peta konsep atau *mind mapping*
5. *Mind mapping* berpusat pada topik utama, lalu bercabang pada pertanyaan, lalu bercabang lagi pada sub-cabang berisi jawaban hasil eksplorasi
6. *Mind mapping* dapat disusun menggunakan warna, simbol, atau gambar sesuai dengan kreativitias masing-masing sehingga memperjelas hubungan antargagasan.

Lampiran 42. LKPD Kelas Kontrol



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) I

BIOLOGI KELAS X

"Bioteknologi"

Nama Kelompok/Kelas :

Anggota Kelompok : 1. 6.

2. 7.

3. 8.

4. 9.

5. 10.

Tujuan Pembelajaran

1. Mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
2. Menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu mengategorikan produk pemanfaatan bioteknologi dalam kehidupan
2. Siswa mampu menganalisis manfaat bioteknologi bagi manusia

Informasi Pendukung

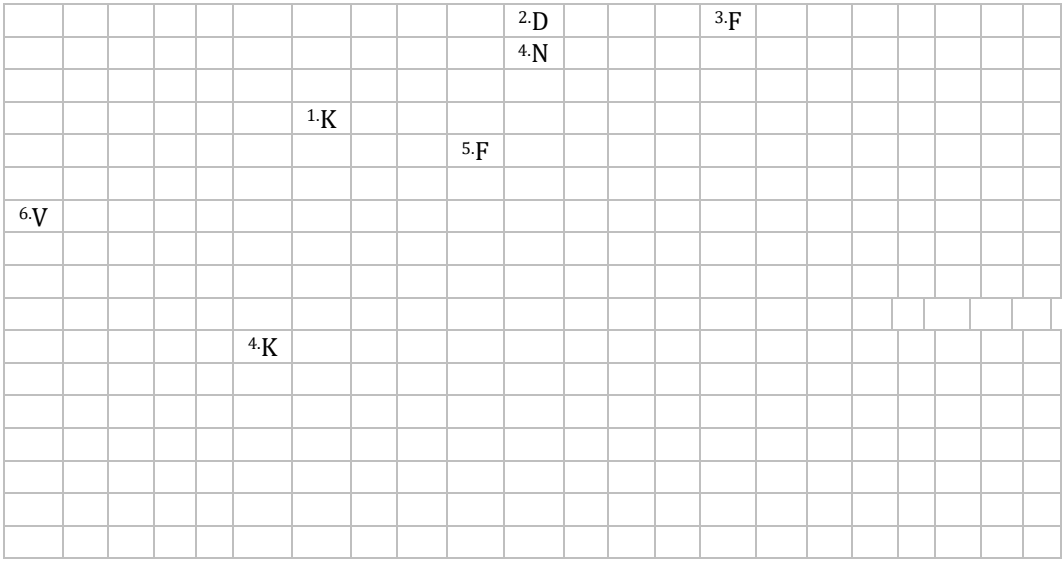
Bioteknologi menghasilkan berbagai produk yang dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional memanfaatkan mikroorganisme secara alami tanpa rekayasa genetik, seperti pada pembuatan tempe, yoghurt, dan tape. Sementara itu, bioteknologi modern menggunakan teknologi canggih seperti rekayasa genetika, contohnya tanaman

transgenik, vaksin mRNA, dan insulin rekombinan. Pemanfaatan bioteknologi memberikan banyak manfaat dalam kehidupan manusia, antara lain meningkatkan kualitas dan ketahanan pangan, menghasilkan obat dan vaksin untuk kesehatan, meningkatkan hasil pertanian dan peternakan, serta membantu menjaga lingkungan melalui pengolahan limbah secara biologis.

Petunjuk Kerja :

1. Bacalah LKPD, bahan ajar, serta media pembelajaran lain yang berkaitan dengan materi Bioteknologi dengan cermat
2. .Bandingknlah informasi yang kalian peroleh dari satu media dengan media lain. Catatlah dengan teliti informasi-informasi penting dari berbagai media tersebut.

Diskusikan soal-soal Teka-teki Silang (TTS) di bawah ini bersama kelompokmu!



Menurun :

1. Salah satu contoh produk bioteknoogi bidang pangan yang terbuat dari bahan dasar kedelai …
2. Pemanfaatan bioteknologi bidang forensik yang dilakukan melalui pencocokkan profil DNA individu ...
3. Proses penggunaan mikroorganisme seperti bakteri atau ragi untuk mengubah bahan organik, seperti gula atau pati, menjadi produk lain, seperti alkohol, asam, atau gas, yang digunakan dalam pembuatan makanan dan minuman.....

Mendatar :

4. Tapai dibuat dengan memanfaatkan mikroorganisme yang ada dalam ragi tapai. Jenis mikroorganisme tersebut adalah ...
5. Penanggulangan pencemaran lingkungan juga dapat menggunakan tanaman tertentu, misalnya eceng gondok dan bunga matahari.
6. Langkah yang sangat efektif untuk melindungi tubuh dari patogen-patogen yang menyebabkan penyakit, misalnya hepatitis, polio, tetanus, campak, dan sebagainya ...

Lampiran 43. Lembar Validasi LKPD

LEMBAR VALIDASI

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Nama Validator : Hafidha Asni Akmalia, M.Pd.

Tanggal Pengisian : 17 April 2025

Nama : Novita Nurhidayah

NIM : 2108086163

Judul : Pengaruh *Mind Mapping* Berbasis *Question Student Have (QSH)* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bioteknologi

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari validator terhadap LKPD. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dengan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

Dalam menyusun skripsi ini, peneliti telah merancang instrumen LKPD materi Bioteknologi. Sehubungan dengan hal tersebut, peneliti memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai tingkat kevalidan instrumen yang telah disusun. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (√) pada skala penilaian yang telah tersedia.

Skor 4 = Sangat layak Skor 2 = Kurang layak

Skor 3 = Layak Skor 1 =Tidak Layak

Untuk mendukung kelengkapan dan pnyempurnaan instrumen LKPD materi Bioteknologi, peneliti memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan saran dan masukan guna perbaikan kedepannya. Peneliti mengucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu dalam memberikan penilaian yang objektif.

C. Lembar Penliaian

No.	Aspek	Indikator	Skala			
			1	2	3	4
1.	Format	a. Sistem penomoran b. Petunjuk penyelesaian LKPD c. Tata Ruang d. *Layout*				√
2.	Isi	a. Kesesuaian LKPD dengan pendekatan dan metode pembelajaran yang digunakan b. Memperhatikan pengetahuan awal dan prasyarat siswa c. Memperhatikan tingkat kognitif siswa d. Menunjang pada keterlaksanaan proses belajar mengajar yang berpusat pada aktivitas siswa e. Mengembangkan keterampilan pemecahan masalah siswa f. Aspek isi ditetapkan berdasarkan tujuan pembelajaran			√	
3.	Bahasa	a. Penggunaan bahasa ditiinjau dari kaidah bahasa Indonesia b. Kesederhanaan pada struktur kalimat				√

No.	Aspek	Indikator	Skala			
			1	2	3	4
		c. Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif sehingga mudah dipahami oleh siswa.				

Sumber: Adaptasi dari AUlia (2023)

D. Saran

……

……

E. Indikator Penilaian

Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala Likert untuk untuk menganalisis hasil validasi instrumen yang telah dilakukan oleh validator. Perhitungsn tersebut menggunakan rumus sebagai berikut:

Skor (%) = (jumlah skor yang diperoleh/jumlah skor maksimal) x 100%

= (11/12) x 100 = 92 %

Berikut ini persentase kelayakan dihitung dan diinterpresentasikan ke dalam kategori kelayakan sesuai dengan tabel di bawah ini:

No.	Peresentase (%	Kategori
1.	0% - 20 %	Sangat tidak layak
2.	21% - 40%	Tidak layak
3.	41% - 60%	Cukup layak
4.	61% - 80%	Layak
5.	**81% - 100%**	**Sangat Layak**

Sumber: Sa'dun (2013)

F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, mohon berikan kesimpulan Bapak/Ibu dengan memberi tanda pada salah satu nomor yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.

1. LKPD dapat digunakan tanpa revisi
2. **LKPD dapat digunakan setelah revisi**

Semarang, 17 April 2025

Validator



Hafidha Asni Akmalia, M.Pd.

Lampiran 44. Lembar Penilaian Observasi Keterlaksanaan Metode Ceramah dan Diskusi

Lembar Penilaian Observasi Keterlaksanaan

Metode Ceramah dan Diskusi

A. Identitas

Kelas Semester : X / Semester 2
Pokok Bahasan : Bioteknologi
Hari/Tanggal : Jum'at, 16 Mei 2025

B. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda ceklis (✓) sesuai dengan pengamatan pada kolom yang telah tersedia.

C. Lembar Observasi

No.	Sintaks Pembelajaran	Keterlaksanaan	
		Ya	Tidak
1.	**Pendahuluan:**		
	a. Guru dan siswa masuk kelas dan memberikan salam pembuka serta berdoa bersama	✓	
	b. Guru mengecek kehadiran siswa	✓	
	c. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai	✓	
2.	**Pemberian Pemberian Stimulus oleh Guru**		
	Guru memberikan kasus mengenai materi bioteknologi, Lalu guru guru memberikan pertanyaan kepada siswa mengenai kasus tersebut.	✓	
3.	**Penjelasan materi oleh guru (Ceramah)**		
	Guru menjelaskan materi bioteknologi sesuai dengan tujuan pembelajaran yang disampaikan.	✓	

4.	**Guru memberikan kesempatan untuk siswa bertanya**		
	a. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan terkait materi bioteknologi.	✓	
	b. Guru mendorong Siswa untuk tidak ragu bertanya jika ada hal yang kurang dipahami.	✓	
5.	**Guru memberikan kesempatan siswa untuk menjawab pertanyaan**		
	Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menjawab pertanyaan yang disampaikan oleh siswa lainnya.	✓	
6.	**Guru memberikan penugasan berupa LKPD dan Diskusi**		
	a. Guru membagikan LKPD I kepada siswa dan meminta siswa untuk mengerjakan dan mendiskusikan secara berkelompok.	✓	
	b. Setelah mengerjakan LKPD I, setiap kelompok diminta untuk menjelaskan jawaban di depan kelas. Kemudian kelompok lain menanggapi jawaban kelompok yang maju.	✓	
	c. Guru memfasilitasi dan memberi arahan saat diskusi berlangsung	✓	
7.	**Penutup:**		
	a. Guru dan Siswa menyimpulkan mengenai poin-poin penting pada kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan	✓	

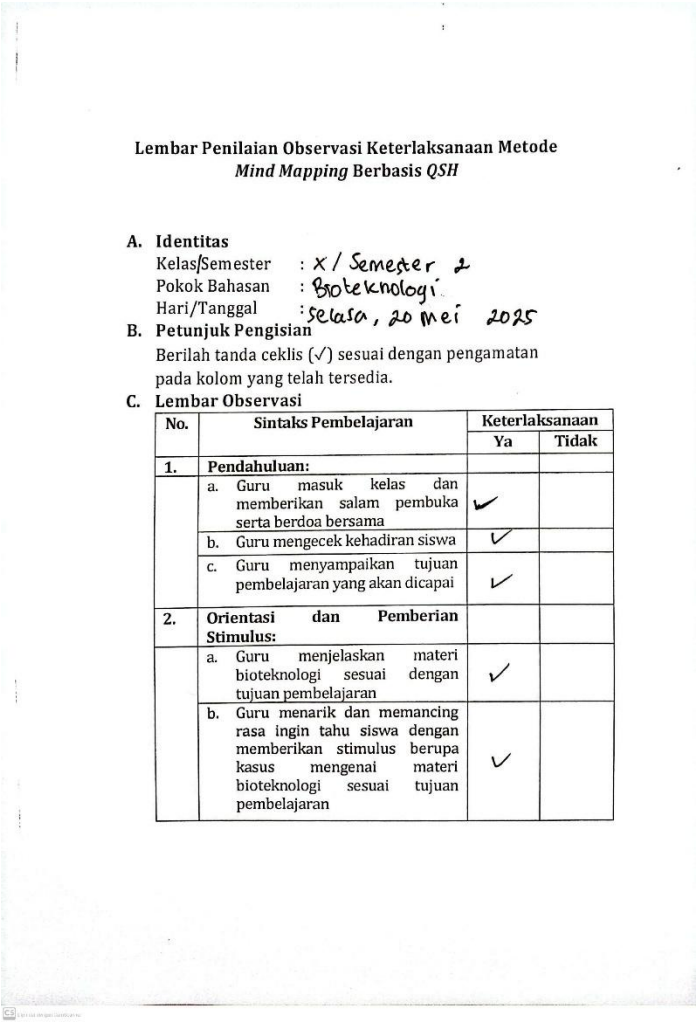
	b. Guru menyampaikan kegiatan untuk pertemuan selanjutnya	✓	
	c. Guru menutup pertemuan dengan membaca hamdallah dilanjutkan membaca doa kemudian salam penutup.	✓	

Semarang, 16 Mei 2025

Observer

Cici Dwi Lestari

Lampiran 45. Lembar Penilaian Observasi Keterlaksanaan Metode *Mind Mapping* berbasis *QSH*



Lembar Penilaian Observasi Keterlaksanaan Metode *Mind Mapping* Berbasis *QSH*

A. Identitas

Kelas/Semester : X / Semester 2
Pokok Bahasan : Bioteknologi
Hari/Tanggal : Selasa, 20 mei 2025

B. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda ceklis (✓) sesuai dengan pengamatan pada kolom yang telah tersedia.

C. Lembar Observasi

No.	Sintaks Pembelajaran	Keterlaksanaan	
		Ya	Tidak
1.	**Pendahuluan:**		
	a. Guru masuk kelas dan memberikan salam pembuka serta berdoa bersama	✓	
	b. Guru mengecek kehadiran siswa	✓	
	c. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai	✓	
2.	**Orientasi dan Pemberian Stimulus:**		
	a. Guru menjelaskan materi bioteknologi sesuai dengan tujuan pembelajaran	✓	
	b. Guru menarik dan memancing rasa ingin tahu siswa dengan memberikan stimulus berupa kasus mengenai materi bioteknologi sesuai tujuan pembelajaran	✓	

3.	**Penggalian Pertanyaan *(Question Student Have)*:**		
	Guru meminta siswa secara individu untuk menuliskan pertanyaan-pertanyaan yag mereka miliki terkait topik pada potongan kertas (ukuran kartu pos) yang dibagikan kepada siswa.	✓	
4.	**Penyusunan *Mind Mapping* dan Eksplorasi:**		
	a. Siswa ditugaskan membuat *mind map* atau peta pikiran bersama kelompoknya (yang telah dibentuk sebelumnya) yang memuat pertanyaan yang terdapat pada potongan-potongan kertas, serta memuat jawaban hasil eksplorasi.	✓	
	b. Guru memberi akses sumber belajar melalui buku, artikel, atau video	✓	
5.	**Presentasi dan Diskusi:**		
	a. Siswa diminta untuk memaparkan hasil *mind map*, lalu siswa lainnya memberikan umpan balik berupa saran dan masukan.	✓	
	b. Guru memfasilitasi dan memberi arahan saat presentasi kelompok dan diskusi kelompok.	✓	
6.	**Refleksi dan Evaluasi:**		
	a. Guru melakukan refleksi atas kegiatan pembelajaran mengenai apa saja yang telah dipelajari, pertanyaan siswa yang tersisa, serta keterkaitan topik dengan kehidupan nyata	✓	

	b. Guru melakukan evaluasi untuk menilai kemajuan kelompok dan hasil yang tercapai.	✓	
7.	**Penutup:**		
	a. Guru dan Siswa menyimpulkan mengenai poin-poin penting pada kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan	✓	
	b. Guru menyampaikan kegiatan untuk pertemuan selanjutnya	✓	
	c. Guru menutup pertemuan dengan membaca hamdallah dilanjutkan membaca doa kemudian salam penutup.	✓	

Semarang, 20 Mei 2025

Observer

Nurung Fairkhah.

Lampiran 46. Nilai Ulangan Harian Mata Pelajaran Biologi Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

Nilai Ulangan Harian Mata Pelajaran Biologi Siswa Kelas Eksperimen

No.	Nama	Nilai	No.	Nama	Nilai
1.	M-1	75	19.	M-19	57,5
2.	M-2	72	20.	M-20	60
3.	M-3	57,5	21.	M-21	75
4.	M-4	65	22.	M-22	70
5.	M-5	72,5	23.	M-23	72
6.	M-6	75	24.	M-24	75
7.	M-7	80	25.	M-25	55
8.	M-8	72	26.	M-26	72,5
9.	M-9	75	27.	M-27	67,5
10.	M-10	72	28.	M-28	67,5
11.	M-11	70	29.	M-29	70
12.	M-12	75	30.	M-30	55
13.	M-13	60	31.	M-31	75
14.	M-14	55	32.	M-32	62,5
15.	M-15	72	33.	M-33	67,5
16.	M-16	57,5	34.	M-34	70
17.	M-17	60	35.	M-35	60
18.	M-18	64	36.	M-36	65

Nilai Ulangan Harian Mata Pelajaran Biologi Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

No.	Nama	Nilai	No.	Nama	Nilai
1.	N-1	75	18.	N-18	75
2.	N-2	75,5	19.	N-19	72
3.	N-3	75	20.	N-20	65
4.	N-4	65	21.	N-21	65
5.	N-5	75	22.	N-22	70
6.	N-6	72	23.	N-23	75
7.	N-7	75	24.	N-24	72
8.	N-8	55	25.	N-25	60
9.	N-9	72	26.	N-26	65
10.	N-10	75	27.	N-27	70
11.	N-11	75	28.	N-28	75
12.	N-12	62,5	29.	N-29	72
13.	N-13	75	30.	N-30	65
14.	N-14	80	31.	N-31	70
15.	N-15	75	32.	N-32	60
16.	N-16	67,5	33.	N-33	72
17.	N-17	72			

Lampiran 47. Dokumentasi

Dokumentasi Pra Riset



Wawancara dengan Guru Biologi SMAN 16 Semarang (Pra Riset)



Observasi Kelas SMAN 16 Semarang (Pra Riset)



Siswa SMAN 16 Semarang mengerjakan Soal (Pra Riset)

Dokumentasi bersama Ibu Atsni Wahyu Lestari, S.Pd., selaku guru Biologi





Dokumentasi Observer





Dokumnetasi Kelas Eksperimen








Dokumentasi Kelas Kontrol








Lampiran 48. Surat Penunjukan Dosen Pembimbing

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl.Prof.Dr.Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185
Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.2599/Un.10.8/J8/ DA.08.05/03/2025 Semarang , 17 Maret 2025
Lamp :
Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:
Eka Vasia Anggis, M.Pd.
Mirtaati Na'ima, M.Sc.
Di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan hormat kami sampaikan, Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Biologi, Kami mohon berkenan Bapak/Ibu untuk membimbing Skripsi atas nama :

Nama : NOVITA NURHIDAYAH

NIM : 2108086163

Prodi. : Pendidikan Biologi

Judul : **PENGARUH METODE MIND MAPPING BERBASIS QUESTION STUDENT HAVE (QSH) TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF SISWA KELAS X MATERI BIOTEKNOLOGI**

Demikian Penunjukan pembimbing Skripsi ini kami sampaikan terima kasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan,
Ketua Prodi Pendidikan Biologi,

Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 19691016 200801 1 008

Tembusan Yth.
1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 49. Surat Penujukan Dosen Validator

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web : Http://fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.4456/Un.10.8/D/SP.01.06/05/2025
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.
1. Hafidha Asni Akmalia, M.Sc.
Validator Modul Ajar dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
(Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)
2. Dr. Hj. Nur Khasanah S.Pd.,M.Kes.
Validator Instrumen Soal Berpikir Kritis
(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	:	**Novita Nurhidayah**
NIM	:	2108086163
Program Studi	:	PENDIDIKAN BIOLOGI
Fakultas	:	Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	:	PENGARUH MIND MAPPING BERBASIS QUESTION STUDENT HAVE (QSH) TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF SISWA KELAS X MATERI BIOTEKNOLOGI

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 21 Mei 2025
an. Dekan,
Ketua Prodi,

Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 19691016 200801 1 008

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id. Web : Http://fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.4456/Un.10.8/D/SP.01.06/05/2025
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.
1. Dr. Hj. Nur Khasanah S.Pd., M.Kes.
Dosen Validator Instrumen Soal Berpikir Kritis
(Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)
2. Dian Tauhidah, M.Pd.
Dosen Validator Instrumen Soal Berpikir Kreatif
(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	:	**Novita Nurhidayah**
NIM	:	2108086163
Program Studi	:	PENDIDIKAN BIOLOGI
Fakultas	:	Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	:	PENGARUH MIND MAPPING BERBASIS QUESTION STUDENT HAVE (QSH) TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF SISWA KELAS X MATERI BIOTEKNOLOGI

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 21 Mei 2025
an. Dekan,
Ketua Prodi,

Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 19691016 200801 1 008

Lampiran 50. Surat Izin Penelitian



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.3736/Un.10.8/K/SP.01.08/05/2025 Semarang, 05 Mei 2025
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 16 Semarang
Jl. Raya Ngadirgo, Mijen, Kota Semarang
Kota Semarang, Jawa Tengah 50213
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : NOVITA NURHIDAYAH
NIM : 2108086163
Jurusan : PENDIDIKAN BIOLOGI
Judul : PENGARUH MIND MAPPING BERBASIS QUESTION STUDENT HAVE (QSH) TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF SISWA KELAS X MATERI BIOTEKNOLOGI
Semester : VIII (Delapan)

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 Mei 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Dekan
Wakil Dekan Bidang Tata Usaha,

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

Tembusan Yth.

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

Cp NOVITA NURHIDAYAH : 087895148420

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 51. Surat Keterangan Selesai Riset



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 16 SEMARANG
Jalan Ngadirgo Tengah I Mijen Kota Semarang Kode Pos 50213 Telepon (0294) 3670415/08112740409
Laman sman16smg.sch.id Pos elektronik sman16smg@gmail.com

SURAT KETERANGAN
Nomor : 070/0616/2025

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama	: Dr. Sri Wahyuni, M.Pd
NIP	: 19730627 199802 2002
Pangkat/Gol.	: Pembina Utama Muda/ IV c
Jabatan	: Kepala Sekolah
Unit Kerja	: SMA Negeri 16 Semarang

Dengan ini menerangkan bahwa saudara :

Nama	: **NOVITA NURHIDAYAH**
NIM	: 2108086163
Program Studi	: Pendidikan Biologi
PerguruanTinggi	: UIN Walisongo

Benar – benar telah melaksanakan pengambilan data penelitian di SMA Negeri 16 Semarang, 14 s.d 26 Mei 2025. Kegiatan penelitian tersebut dilaksanakan dalam rangka penulisan tugas akhir yang sedang disusun,dengan judul:

"Pengaruh Mind Mapping Berbasis Question Student Have (QSH) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X Materi Bio Teknologi"

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 26 Mei 2025
Kepala Sekolah

Dr. Sri Wahyuni, S.Pd., M.Pd.
Pembina Utama Muda / IVc
NIP 19730627 199802 2002

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 52. Riwayat Hidup

Riwayat Hidup

A. Identitas Diri

Nama	: Novita Nurhidayah
Tempat, Tanggal Lahir	: Brebes, 17 November 2002
Alamat	: Desa Pulosari RT 02/RW01 Kec. Brebes Kab. Brebes.
No HP (WA)	: 087895148420
Email	:

1. 2108086163@student.walisongo.ac.id
2. novitanh1702@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK Pertiwi Wangandalem
2. SD Negeri Pulosari 02
3. SMP Negeri 01 Brebes
4. SMA Negeri 02 Brebes
5. UIN Walisongo Semarang, Prodi Pendidikan Biologi (2021-2025)