

**PENGARUH MODEL *PROBLEM BASED LEARNING*
TERHADAP *HIGHER ORDER THINKING SKILLS DAN*
KETERAMPILAN KOLABORASI SISWA SMA KELAS X**

SKRIPSI

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



Oleh: Dyan Hamidah
NIM: 2108086126

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dyan Hamidah

NIM : 2108086126

Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGARUH MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* TERHADAP
HIGHER ORDER THINKING SKILLS DAN KETERAMPILAN
KOLABORASI SISWA SMA KELAS X**

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

Semarang, 15 Juni 2025

Pembuatan Pernyataan



Dyan Hamidah

NIM. 2108086126



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601259 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap *Higher Order Thinking Skills* dan Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA Kelas X

Penulis : Dyan Hamidah

NIM : 2108086126

Jurusan : Pendidikan Biologi

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

Semarang, 7 Juli 2025

DEWAN PENGUJI

Pengaji I,

Eka Vasia Anggis, M.Pd.
NIP. 198907062019032014

Pengaji II.

Dr. H. Nur Khouri, M.Ag.
NIP. 197404182005011002

Pengaji III,

Arifah Purnamaningrum, M.Sc
NIP. 198905222019032010

Pengaji IV

Ndzani Latifatur Rofiah, M.Pd.
NIP. 199204292019032025

Pembimbing I

Ndzani Latifatur Rofiah, M.Pd.
NIP. 199204292019032025

Pembimbing II.

Widi Cahya Adi, M.Pd.
NIP. 199206192019031014

NOTA DINAS

Semarang, 16 Juni 2025

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

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini diberikan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksian naskah skripsi dengan:

Judul : Pengaruh Model *Problem Based Learning* terhadap *Higher Order Thinking Skills* dan keterampilan Kolaborasi Siswa SMA Kelas X
Nama : Dyan Hamidah
NIM : 2108086126
Jurusan : Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Pembimbing I,



Ndzani Latifatur Roff'ah, M. Pd.
NIP. 199204292019032025

NOTA DINAS

Semarang, 16 Juni 2025

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

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini diberikan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksian naskah skripsi dengan:

Judul : Pengaruh Model *Problem Based Learning* terhadap *Higher Order Thinking Skills* dan keterampilan Kolaborasi Siswa SMA Kelas X
Nama : Dyan Hamidah
NIM : 2108086126
Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam siding Munaqosah.
Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Pembimbing II,



Widi Cahya Adi, M. Pd.
NIP. 199206192019031014

ABSTRAK

Abad 21 menuntut siswa memiliki *Higher Order Thinking Skills* dan keterampilan kolaborasi, namun hasil prariset menunjukkan bahwa siswa kelas X di SMA Ma'arif NU Karanganyar masih memiliki tingkat HOTS dan keterampilan kolaborasi yang tergolong rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model *Problem Based Learning* terhadap *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dan keterampilan kolaborasi siswa SMA kelas X pada materi perubahan lingkungan. Jenis penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan desain *Nonequivalent Control Group Design*. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, dengan kelas XA sebagai kelas kontrol dan kelas XC sebagai kelas eksperimen. Instrumen pengumpulan data terdiri dari soal HOTS dan angket keterampilan kolaborasi. Teknik analisis data menggunakan uji ANCOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) terdapat pengaruh signifikan penerapan model PBL terhadap HOTS siswa (nilai signifikansi $0,000 < 0,05$), sehingga H1 diterima; (2) terdapat pengaruh signifikan penerapan model PBL terhadap keterampilan kolaborasi siswa (nilai signifikansi $0,000 < 0,05$), sehingga H1 diterima. Dapat disimpulkan bahwa model *Problem Based Learning* terbukti efektif dalam meningkatkan *Higher Order Thinking Skills* dan keterampilan kolaborasi siswa SMA kelas X.

Kata Kunci: *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), Keterampilan Kolaborasi, *Problem Based Learning* (PBL)

TRANSLITERASI

TRANSLITERASI ARAB LATIN

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

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	g
ج	J	ف	f
ح	h}	ق	q
خ	kh	ك	k
د	D	ل	l
ذ	z\	م	m
ر	R	ن	n
ز	Z	و	w
س	S	ه	h
ش	sy	ء	'
ص	s}	ي	y
ض	d}		

Bacaan Madd :

- a > = a panjang
i > = i panjang
u > = u panjang

Bacaan Diftong :

- au = او
ai = اي
iu = اي

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat, taufiq dan inayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Pengaruh Model *Problem Based Learning* terhadap *Higher Order Thinking Skills* dan keterampilan Kolaborasi Siswa SMA Kelas X”.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dorongan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. Muhsadi, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Bapak Dr. Listyono, M. Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Ibu Ndzani Latifatur Rofi'ah, M. Pd., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Widi Cahya Adi, M. Pd., selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu,

tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan memberikan arahan peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Dosen wali, Ibu Siti Mukhlishoh S., M.Si yang telah memberikan arahan kepada penulis saat menempuh perkuliahan S1.
6. Seluruh Dosen, staff pengajar dan pegawai di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membantu penulis selama mengurus penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak Fauyan dan Ibu Dasri, selaku orang tua teristimewa dan tersayang yang selalu memberikan dorongan berupa do'a, motivasi, kasih sayang kepada penulis, dan juga telah berjuang kepada penulis sehingga penulis dapat menempuh perkuliahan di UIN Walisongo Semarang
8. Kaka saya Arum Fajar Wati, Bima Mahardika dan adik saya Malik Sadewo yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan dan semangat
9. Saudara-saudara penulis yang telah membantu penulis dalam menempuh perkuliahan S1
10. Bapak Imamuddin, S.Ag., M.H.I selaku kepala sekolah SMA Ma'arif NU Karanganyar
11. Ibu Diyah Apit S.Pd. selaku guru biologi SMA Ma'arif NU Karanganyar yang telah membantu selama penelitian serta memberi dukungan yang luar biasa

12. Ibu Fatmah S.Pd. guru Bahasa Inggris SMA Ma'arif NU Karanganyar yang telah membantu sebagai observer selama penelitian
13. Peserta didik kelas XA, XB, XC, XID, XIE SMA Ma'arif NU Karanganyar
14. Hana Hikmatul Adzkia, Diyah Pitaloka, Nafidlatul Mushofa, Siti Ina Wakhidah, Desi latifah, Mailatul Fitri, Syalisa, Luluk Marjani, Sabina, dan Shifara selaku teman, sahabat dari awal perkuliahan yang senantiasa membersamai, memberikan dorongan dan semangat selama perkuliahan S1
15. Keluarga Walisongo Campus Ambassador, NAYS Indonesia, Duta Genre Kota Semarang yang telah memberikan banyak pengalaman, motivasi, dukungan, doa dan telah menjadi keluarga baru penulis
16. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Biologi 2021 terutama PB-D 2021, yang telah menjadi teman penulis berproses selama perkuliahan S1
17. Teman-teman seperjuangan skripsi yang penulis temui di perpustakaan yang telah memberikan semangat serta dorongan secara bersama dalam proses menyelesaikan skripsi
18. Teman-teman posko KKN 29, PLP SMA N 2 Kendal, asisten laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi yang

telah memberikan dukungan serta berbagai ilmu selama penyusunan skripsi.

19. Semua pihak yang belum bisa penulis tulis satu persatu.

Demikian Penulis menyadari kekurangan dalam skripsi ini sehingga membutuhkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Namun, Penulis tetap berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membaca. Ucapan terima kasih disampaikan atas masukan atau umpan balik yang diberikan.

Semarang, 15 Juni 2025

Penulis



Dyan Hamidah

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
PENGESAHAN	ii
NOTA DINAS	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK.....	v
TRANSLITERASI.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	10
C. Pembatasan Masalah.....	10
D. Rumusan Masalah	11
E. Tujuan Penelitian.....	11
F. Manfaat penelitian	12
BAB II LANDASAN PUSTAKA	15
A. Kajian Pustaka	15
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	45
C. Kerangka Berpikir.....	51

D. Hipotesis.....	52
BAB III METODE PENELITIAN	53
A. Jenis Penelitian	53
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	54
C. Populasi dan Sampel Penelitian	55
D. Definisi Operasional Penelitian	56
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	57
F. Validitas dan Realibilitas Instrumen	61
G. Teknik Analisis Data.....	64
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	68
A. Deskripsi Hasil Penelitian	68
B. Analisis Data	83
C. Pembahasan.....	88
D. Keterbatasan Penelitian.....	106
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	107
A. Simpulan	107
B. Implikasi.....	108
C. Saran	109
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN.....	128

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2. 1	Dimensi dalam Proses Berpikir Kognitif	17
Tabel 2. 2	Indikator <i>Higher Order Thinking Skills</i> (HOTS)	20
Tabel 2. 3	Indikator Keterampilan Kolaborasi	27
Tabel 2. 4	Sintaks Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	37
Tabel 2. 5	Analisis CP dan TP	42
Tabel 2.6	Tujuan Pembelajaran	44
Tabel 3. 1	<i>Nonequivalent Control Group Design</i>	54
Tabel 3. 2	Populasi Penelitian	55
Tabel 3. 3	Kategori Indeks Nilai HOTS	58
Tabel 3. 4	Pedoman Penskoran Angket Kolaborasi	59
Tabel 3. 5	Kriteria Skoring Nilai Keterampilan Kolaborasi	60
Tabel 3.6	Hasil Validitas Logis	61
Tabel 3.7	Indeks Kesukaran Soal	63
Tabel 3.8	Indeks Daya Beda Soal	64
Tabel 4. 1	Hasil Uji Validitas Soal <i>Higher Order Thinking Skills</i>	69
Tabel 4. 2	Hasil Uji Validitas Keterampilan Kolaborasi	70
Tabel 4. 3	Hasil Uji Reliabilitas Soal <i>Higher Order Thinking Skills</i>	72
Tabel 4. 4	Hasil Uji Reliabilitas Angket Keterampilan Kolaborasi	73
Tabel 4.5	Hasil Uji Kesukaran Soal HOTS	74
Tabel 4.6	Hasil Uji Daya Beda Soal HOTS	75
Tabel 4. 7	Hasil Statistika Deskriptif <i>Higher Order Thinking Skills</i>	76

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 4. 8	Hasil Statistika Deskriptif Keterampilan Kolaborasi	80
Tabel 4. 9	Hasil Uji Normalitas <i>Higher Order Thinking Skills</i>	84
Tabel 4. 10	Hasil Uji Normalitas Keterampilan Kolaborasi	84
Tabel 4. 11	Uji Homogenitas <i>Higher Order Thinking Skills</i>	85
Tabel 4. 12	Uji Homogenitas Keterampilan Kolaborasi	86
Tabel 4. 13	Uji ANCOVA <i>Higher Order Thinking Skills</i>	87
Tabel 4. 14	Uji ANCOVA Keterampilan Kolaborasi	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	Diagram Alir Kerangka Berpikir	51
Gambar 4. 1	Diagram Hasil Tes <i>Higher Order Thinking Skills</i> Kelas Eksperimen	77
Gambar 4. 2	Diagram Hasil Tes <i>Higher Order Thinking Skills</i> Kelas Kontrol	78
Gambar 4. 3	Diagram Hasil Pretest dan Posttest <i>Higher Order Thinking Skills</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	79
Gambar 4. 4	Diagram Hasil Angket Keterampilan Kolaborasi Kelas Eksperimen	81
Gambar 4. 5	Diagram Hasil Angket Keterampilan Kolaborasi Kelas Kontrol	82
Gambar 4. 6	Grafik Perbandingan Nilai Keterampilan Kolaborasi	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Hasil Wawancara Dengan Guru Biologi	128
Lampiran 2	Instrumen Pra Riset Soal HOTS	133
Lampiran 3	Hasil Instrumen Pra Riset Soal HOTS	144
Lampiran 4	Instrumen Angket Pra-Riset Keterampilan Kolaborasi	147
Lampiran 5	Hasil Instrumen Angket Pra-Riset Keterampilan Kolaborasi	152
Lampiran 6	Pemilihan Sampel Penelitian	155
Lampiran 7	Kisi-Kisi Soal Higher Order Thinking Skills	160
Lampiran 8	Lembar Validasi Instrumen Higher Order Thinking Skills	166
Lampiran 9	Hasil Instrumen Soal HOTS Uji Coba	192
Lampiran 10	Uji Validitas Instrumen Soal Higher Order Thinking Skills	193
Lampiran 11	Uji Reliabilitas dan Uji Daya Beda Soal HOTS	194
Lampiran 12	Uji Kesukaran Soal HOTS	194
Lampiran 13	Kisi-Kisi Instrumen Soal HOTS	195
Lampiran 14	Instrumen Soal Higher Order Thinking Skills	199
Lampiran 15	Nilai Pretest-Posttest Soal HOTS Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	217
Lampiran 16	Perbandingan Nilai Pretest-Posttest Perindikator Soal HOTS Kelas Eksperimen dan Kontrol	218
Lampiran 17	Uji Normalitas Instrumen Soal Higher Order Thinking Skills	222

Lampiran 18	Uji Homogenitas Instrumen Soal Higher Order Thinking Skills	222
Lampiran 19	Uji ANCOVA Instrumen Soal Higher Order Thinking Skills	222
Lampiran 20	Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Kolaborasi	223
Lampiran 21	Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi Uji Coba	237
Lampiran 22	Lembar Validasi Angket Keterampilan Kolaborasi	242
Lampiran 23	Hasil Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi Uji Coba	244
Lampiran 24	Uji Validitas Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi	245
Lampiran 25	Uji Reliabilitas Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi	246
Lampiran 26	Instrumen Angket Penelitian Keterampilan Kolaborasi	247
Lampiran 27	Nilai Pretest-Posttest Ketereampilan Kolaborasi Kelas Eksperimen dan Kontrol	251
Lampiran 28	Perbandingan Nilai Pretes-Posttest Angket Perindikator Keterampilan Kolaborasi Kelas Eksperimen dan Kontrol	252
Lampiran 29	Uji Normalitas Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi	256
Lampiran 30	Uji Reliabilitas Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi	256
Lampiran 31	Uji ANCOVA Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi	256
Lampiran 32	Lembar Validasi Observasi Keterampilan Kolaborasi	257
Lampiran 33	Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi Siswa Kelas Eksperimen	259

Lampiran 34	Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi Siswa Kelas Kontrol	262
Lampiran 35	Lembar Validasi Modul Ajar Pembelajaran	265
Lampiran 36	Lembar Validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	268
Lampiran 37	Modul Ajar Kelas Eksperimen	271
Lampiran 38	Modul Ajar Kelas Kontrol	320
Lampiran 39	Lembar Observasi Keterlaksanaan Sintaks Model Pembelajaran Problem Based Learning	381
Lampiran 40	Lembar Observasi Keterlaksanaan Sintaks Model Pembelajaran Direct Instruction	384
Lampiran 41	Dokumentasi	386
Lampiran 42	Surat Penunjuk Dosen Pembimbing	387
Lampiran 43	Surat Penunjuk Validator	388
Lampiran 44	Surat Pra-Riset	389
Lampiran 45	Surat Riset	390
Lampiran 46	Surat Keterangan Telah Melaksanakan Riset	391
Lampiran 47	Riwayat Hidup	392

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan menghadapi tantangan untuk mempersiapkan siswa dengan keterampilan yang relevan pada abad 21, terutama keterampilan 4C: kreativitas, berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi (Gusti et al., 2023; Hayati & Asrizal, 2023). Keterampilan ini sangat penting untuk membantu siswa beradaptasi dengan perubahan cepat dalam dunia kerja yang semakin kompleks dan berbasis teknologi (Thornhill-Miller et al., 2023). Kemampuan siswa untuk mengatasi masalah sehari-hari dapat berkembang lebih baik jika keterampilan 4C diintegrasikan dalam kurikulum pendidikan (Asri et al., 2023). *Higher Order Thinking Skills* dan keterampilan kolaboratif sangat dibutuhkan siswa, terutama ketika mengikuti pembelajaran yang mendorong inovasi dan *problem solving* (Le et al., 2022).

Higher Order Thinking Skills (HOTS) merupakan aktivitas kognitif yang kompleks, termasuk kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, serta menciptakan sesuatu yang baru (Anderson & Krathwohl, 2001). HOTS, menurut temuan Supriadi

(2020), merupakan kemampuan berpikir lanjutan yang meliputi unsur logika, kreativitas, persepsi, pemikiran kritis, refleksi, dan metakognisi. Pentingnya HOTS terletak pada kemampuannya membantu siswa mengaplikasikan informasi yang dipelajari untuk menghadapi situasi nyata dan menyelesaikan persoalan rumit, bukan sekadar mengingat fakta (Alam, 2019). Soal berbasis HOTS berperan dalam mengasah kreatif dan berpikir kritis siswa, yang sangat relevan dalam menjawab tantangan era abad ke-21(Fadhli, 2017).

Penelitian Nurfatimah et al. (2022) menemukan siswa SMA di Indonesia termasuk ke tingkat HOTS yang rendah, dengan rata-rata nilai hanya mencapai 55 dari skala 100. Penelitian oleh Sari dan Nurmala (2024) menemukan bahwa HOTS siswa di sekolah menengah atas masih sangat rendah, dengan hanya 25% siswa yang mampu menerapkan analisis dan evaluasi dalam tugas-tugas mereka. Penelitian oleh Febriany et al. (2021) menemukan bahwa meskipun HOTS sangat penting, banyak siswa SMA yang tidak dapat mencapai tingkat keterampilan yang diharapkan, dengan hasil evaluasi menunjukkan bahwa 40% siswa tidak memenuhi standar HOTS.

Hasil pra riset yang dilakukan di kelas X SMA Ma'arif NU Karanganyar menunjukkan bahwa HOTS siswa masih tergolong rendah. Rata-rata HOTS pada kelas pra riset yaitu 75% masuk ke kategori rendah dan 25% masuk ke kategori sedang, lebih rincinya ada di Lampiran 3. Faktor yang mempengaruhi rendahnya *Higher Order Thinking Skills* menurut Karadem dan Ongun (2023) yaitu guru sering merasa tidak cukup siap untuk membina HOTS, dengan alasan kurangnya pelatihan dan sumber daya. Guru lebih memprioritaskan LOTS untuk fokus pada menghafal daripada keterampilan kognitif tingkat yang lebih tinggi (Pervez et al., 2022). Faktor lain seperti kurangnya penerapan model pembelajaran yang inovatif menjadi penyebab utama rendahnya HOTS (Puspita et al., 2023). Peningkatan HOTS memerlukan proses belajar yang mengedepankan kerja sama siswa, diskusi yang aktif, serta pemecahan masalah dengan dukungan keterampilan kolaboratif.

Keterampilan kolaborasi merupakan keterampilan untuk menjalin kerja sama dengan pihak lain guna mencapai tujuan bersama, yang melibatkan kemampuan berkomunikasi, bernegosiasi, serta membuat keputusan secara bersama-sama

(Greenstein, 2012). Keterampilan kolaborasi menjadi semakin penting dalam konteks pendidikan karena memungkinkan siswa memperoleh pemahaman lebih dalam melalui interaksi dan pengalaman bersama (Anand & Lui, 2019). Keterampilan kolaborasi diperlukan karena tantangan kompleks di abad ke-21 memerlukan kolaborasi untuk menghasilkan solusi yang efektif (Wragg et al., 2024).

Keterampilan kolaborasi masih rendah, dari penelitian Hidayati et al. (2021) menunjukkan bahwa hanya 35% siswa SMA yang mampu berkolaborasi secara efektif dalam kelompok, yang menunjukkan perlunya peningkatan dalam model pembelajaran yang mendorong kerja sama. Penelitian oleh Erviani (2022) menunjukkan bahwa keterampilan kolaborasi siswa di tingkat SMA tergolong rendah, ditunjukkan dengan ketidakmampuan beradaptasi dalam berbagai peran dalam kelompok. Temuan serupa oleh Nuraydah et al. (2023) menemukan siswa di SMA Negeri 2 Malang memiliki tingkat keterampilan kolaborasi yang rendah, dengan nilai rata-rata hanya mencapai 42 dari skala 100, yang jauh di bawah ketetapan KKM.

Berdasarkan hasil pra riset keterampilan kolaborasi siswa di kelas X SMA Ma'arif NU

Karanganyar masih tergolong rendah. Rata-rata keterampilan kolaborasi pada kelas pra riset yaitu 62,07% siswa masuk ke kategori rendah dan 37,93% siswa masuk ke kategori sedang, lebih rinci terdapat pada Lampiran 5. Instrumen pada pra riset ini menggunakan angket dengan indikator dari Greenstein (2012). Faktor yang menyebabkan rendahnya keterampilan kolaborasi menurut penelitian Xiang et al. (2023) menyatakan bahwa kurangnya partisipan dan motivasi yang buruk di antara anggota kelompok dapat berdampak negatif pada kolaborasi keseluruhan. Partisipasi siswa yang rendah secara signifikan mengurangi efektivitas kerja kelompok (Cheng et al., 2024). Penelitian oleh Sari dan Nurmala (2024) mengungkapkan bahwa model pembelajaran yang kurang inovatif kurang memotivasi siswa dan menarik minat untuk belajar secara aktif. Nazeef et al. (2024) mengungkapkan bahwa model pengajaran yang kurang mendukung untuk berinteraksi dan berpusat pada guru membuat siswa kesulitan dalam komunikasi dan berkontribusi secara aktif dalam kelompok. Perubahan strategi pengajaran diperlukan guna mendorong partisipasi aktif siswa dalam aktivitas yang bersifat kolaboratif (Sari & Nurmala, 2024).

Berdasarkan data dari *Higher Order Thinking Skills* dan keterampilan kolaborasi pra riset dan penelitian terdahulu mengindikasikan bahwa kedua keterampilan tersebut dapat diperdayakan melalui pembelajaran. Model pembelajaran yang dapat diterapkan yaitu seperti *problem based learning*, *group investigation*, dan *inquiri* (Ananda et al., 2023). Melalui pendekatan ini, siswa didorong secara aktif berpartisipasi dalam proses belajar, yang pada akhirnya membantu siswa dapat mengembangkan HOTS (Cahyaningsih & Ghufron, 2016). Pengembangan dalam keterampilan kolaborasi, institusi pendidikan harus menciptakan lingkungan belajar yang mendukung interaksi antar siswa, dimana siswa dapat belajar untuk berkomunikasi dan bernegosiasi dalam konteks yang nyata (Anand & Lui, 2019; Thornhill-Miller et al., 2023). Model pembelajaran yang sering dimanfaatkan untuk meningkatkan keterampilan kolaboratif serta HOTS adalah *Problem Based Learning* (Anand & Lui, 2019; Cahyaningsih & Ghufron, 2016).

Problem Based Learning (PBL) merupakan model pembelajaran yang berfokus pada pemecahan masalah autentik dan relevan dengan kehidupan sehari-hari (Arends, 2012). PBL bertujuan untuk

meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan keterampilan berpikir kritis siswa dengan cara mendorong mereka untuk berkolaborasi dan belajar secara mandiri (Chen, 2024). Penerapan dalam PBL diawali dengan pengenalan masalah yang relevan, kemudian diikuti dengan diskusi kelompok, penelitian, dan presentasi solusi (Arifin et al., 2024).

Model PBL memiliki keunggulan yaitu kemampuannya untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi, mengembangkan keterampilan sosial, memperkuat pemahaman konsep serta memotivasi belajar siswa (Alves & Filho, 2024). PBL juga dapat menumbuhkan HOTS, sebagaimana dibuktikan dengan peningkatan signifikan dalam skor tugas siswa selama penerapannya (Selirowangi et al., 2024). Sifat kolaboratif yang terdapat di PBL dapat menumbuhkan keterampilan kerja tim dan komunikasi, penting untuk kesuksesan ditempat kerja masa depan (Rifai et al., 2023). Studi terdahulu menunjukkan bahwa PBL terbukti mampu dalam meningkatkan hasil belajar siswa di berbagai tingkat pendidikan, termasuk di tingkat SMA, di mana siswa yang mengikuti PBL mengalami peningkatan yang signifikan dalam berpikir

kritis dibandingkan dengan model pembelajaran tradisional (Asri et al., 2024; Nainggolan et al., 2023).

Wawancara yang dilakukan dengan guru biologi SMA Ma'arif NU Karanganyar menunjukkan bahwa keaktifan kolaborasi yang dinilai masih kurang efektif pada kelas X, contohnya ada anggota tim yang tidak ikut andil dalam mengerjakan tugas. Model pembelajaran kelas X juga masih menggunakan model *direct instruction* atau pembelajaran langsung. Model pembelajaran ini menyebabkan antar siswa kurang kolaborasi dan siswa tidak terlatih dalam pemecahan masalah di dunia nyata. Sekolah tersebut belum menerapkan variasi model pembelajaran untuk memecahkan masalah dan kerja tim. Oleh sebab itu, PBL dapat digunakan sebagai inovasi dalam proses belajar di SMA Ma'arif NU Karanganyar untuk meningkatkan HOTS dan keterampilan kolaborasi siswa.

Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai model PBL. Seperti penelitian oleh Royhanah (2022) menunjukkan PBL signifikansi terhadap peningkatan HOTS pada materi koloid. Penelitian oleh Angkalawi (2023) menunjukkan peningkatan keterampilan kolaborasi pada siswa pembelajaran

biologi kelas XI melalui proses pembelajaran model PBL. Saat ini, belum terdapat penelitian yang secara simultan mengkaji pengaruh HOTS dan keterampilan kolaborasi dalam penerapan model PBL pada siswa kelas X mata pelajaran biologi. Penelitian ini akan mengeksplorasi dampak *Problem Base Learning* (PBL) terhadap dua variabel utama, *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dan keterampilan kolaborasi, yang merupakan keterampilan penting dalam konteks pembelajaran abad ke-21 (Alves & Filho, 2024). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam dunia pendidikan dengan menunjukkan bahwa PBL tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis, tetapi juga memperkuat kemampuan siswa untuk bekerja sama dalam kelompok (Supriadi, 2020). Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, perlu dilakukan penelitian dengan berjudul “Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap *Higher Order Thinking Skills* dan Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA Kelas X”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat diidentifikasi masalah penelitian yaitu sebagai berikut.

1. *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) siswa tergolong masih rendah
2. Keterampilan kolaborasi siswa tergolong masih rendah
3. Pembelajaran yang dilakukan belum melibatkan siswa secara aktif
4. Model Pembelajaran yang diterapkan *direct instruction*

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Subjek penelitian yaitu siswa kelas X Semester genap tahun ajaran 2024/2025 di SMA Ma'arif NU Karanganyar
2. Materi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah materi perubahan lingkungan
3. Keterampilan yang diukur adalah *Higher Order Thinking Skills* dan keterampilan kolaborasi

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian, maka rumusan masalah yang dapat diteliti sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap *Higher Order Thinking Skills* siswa kelas X?
2. Bagaimana pengaruh model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap keterampilan kolaborasi siswa kelas X?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Menganalisis pengaruh model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap *Higher Order Thinking Skills* siswa kelas X.
2. Menganalisis pengaruh model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap keterampilan kolaborasi siswa kelas X.

F. Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik manfaat secara teoritis maupun praktis sebagai berikut.

1. Manfaat Teoritis

- a. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori pendidikan, khususnya dalam situasi pembelajaran yang mengedepankan keterampilan HOTS dan kolaborasi. Hasil studi ini dapat memperluas referensi pustaka terkait pendekatan pembelajaran inovatif
- b. Hasil penelitian ini dapat mendorong penelitian selanjutnya untuk mengeksplorasi lebih jauh penerapan model pembelajaran inovatif dalam berbagai konteks dan mata pelajaran lainnya.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Siswa

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan HOTS dan keterampilan kolaborasi siswa, untuk mempersiapkan mereka menghadapi tantangan global.

b. Bagi Guru

Penelitian ini dapat memberikan rekomendasi praktis kepada guru untuk merancang dan melaksanakan model pembelajaran yang inovatif.

c. Bagi Sekolah

Studi ini bisa menjadi landasan bagi pembelajaran inovatif sekolah.

d. Bagi Peneliti

Penelitian ini akan memberikan pengalaman dan proses pembelajaran yang dapat diterapkan di lingkungan sekolah serta pengembangan kompetensi bagi peneliti.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. *Higher Order Thinking Skills (HOTS)*

a. Pengertian *Higher Order Thinking Skills (HOTS)*

Higher Order Thinking Skills (HOTS) merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang mencangkup kemampuan untuk berpikir kritis, logis, perceptual, reflektif, kreatif, dan metakognitif (Supriadi, 2020). Menurut Seliowangi *et al.* (2024) HOTS yaitu proses kognitif tingkat tinggi yang meliputi analisis, evaluasi, dan penciptaan berdasarkan pengetahuan. Keterampilan ini penting untuk pemecahan masalah dan pengambilan keputusan, terutama dalam lingkungan yang kompleks dan dinamis (Hermawati & Safitri, 2023; Kumala et al., 2023; Lian, 2023). HOTS pada hakikatnya membutuhkan seseorang yang mampu berpikir kritis dan berinovasi dengan berani ketika memecahkan masalah yang ada (Rahmawati, 2023). HOTS perlu dikembangkan bukan hanya demi pencapaian akademis, melainkan juga agar siswa siap menghadapi permasalahan di kehidupan nyata (Jihannita et al., 2023).

Mengenai kemampuan berpikir (kognitif), Bloom mengatakan domain kognitif dibagi menjadi enam tingkat

yaitu pengetahuan (C1), pemahaman (C2), Aplikasi (C3), Analisis (C4), Sintesis (C5), dan Evaluasi (C6) (Supriadi, 2020). Taksonomi Bloom yang telah disempurnakan oleh Anderson & Krathwohl 2001 yang dipublikasikan dalam buku "*A Taxonomy for Learning-Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*", membagi keterampilan berpikir menjadi dua kategori, yaitu keterampilan tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) dan keterampilan tingkat rendah (*Lower Order Thinking Skills*) (Anderson & Krathwohl, 2001). LOTS mencangku mengingat (C1), memahami (C2), dan menerapkan pengetahuan (C3) (Supriadi, 2020). Sementara itu, HOTS mencangkup menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan menciptakan (C6) (Dinni, 2018).

Menurut Gendenjamts (2023), konsep HOTS sangat terkait dengan Taksonomi Bloom, yang menekankan pentingnya kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan dalam konteks pembelajaran. Sejalan juga dengan penelitian Hermawati dan Safitri (2023) bahwa pembelajaran berbasis HOTS membutuhkan pemikiran aktif dari semua siswa. Untuk itu metode yang terkait untuk pembelajaran HOTS meliputi *Problem Based Learning*, *Group Investigation*, dan *Inquiry*

(Ananda et al., 2023). Dimensi dalam proses berpikir kognitif pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Dimensi dalam proses berpikir kognitif

Kemampuan Berpikir	Level Kognitif		Deskripsi
HOTS	menciptakan <i>(creating)</i>	-	menciptakan ide/konsep sendiri.
		-	Kata kerja: membangun, merancang, membuat, mengembangkan, menulis, dan merumuskan.
	mengevaluasi <i>(evaluating)</i>	-	Pengambilan keputusan kualitas informasi.
LOTS		-	Kata kerja: mengevaluasi, memperkirakan, membantah; untuk untuk meragukan, memprediksi.
	menganalisis <i>(analyzing)</i>	-	Menspesifikasi elemen.
		-	Kata kerja: menguji, mengurai, membandingkan, mengkritisi, memeriksa,
	menerapkan <i>(applying)</i>	-	Menggunakan informasi pada domain yang berbeda
		-	Kata kerja: mengilustrasikan, mengoperasikan,

Kemampuan Berpikir	Level Kognitif	Deskripsi
		mendemonstrasikan, dan menggunakan,
memahami (<i>understanding</i>)	-	Menjelaskan konsep Kata kunci: menerima, melaporkan. menjelaskan, mengklasifikasi,
mengingat (<i>remembering</i>)	-	Mengingat kembali Kata kunci: mendaftar, mengulang, menirukan, mengingat,

Sumber: (Anderson & Krathwohl, 2001)

b. Karakteristik *Higher Order Thinking Skills* (HOTS)

Karakteristik HOTS dapat dikategorikan ke dalam beberapa aspek utama dari buku penilaian berorientasi HOTS (Widana, 2017) sebagai berikut.

- 1) Mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi
Keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan keterampilan penting di abad 21 ini dan semua siswa harus memilikinya. Kreativitas pemecahan masalah dalam HOTS terdiri dari komponen-komponen berikut:
 - a) Kecakapan menghadapi dan menemukan solusi atas masalah yang belum dikenali

- b) Kemampuan mengevaluasi strategi pemecahan masalah dari perspektif yang berbeda;
 - c) Menemukan model solusi baru yang berbeda dari pendekatan sebelumnya.
- 2) Berbasis permasalahan kontekstual
- Soal HOTS merupakan penilaian berdasarkan situasi nyata sehari-hari. Siswa diharapkan mampu menerapkan konsep yang dipelajari di kelas untuk memecahkan masalah. Berikut ini menjelaskan lima karakteristik penilaian kontekstual yang disingkat REACT.
- a) *Relating*, dilihat dalam hubungan langsung dengan pengalaman dan peristiwa nyata.
 - b) *Experiencing*, penilaian yang berfokus pada eksplorasi, penemuan, dan penciptaan.
 - c) *Applying*, penilaian yang mewajibkan siswa mengaplikasikan materi pembelajaran untuk mengatasi masalah kehidupan sehari-hari.
 - d) *Communicating*, penilaian yang mengharuskan siswa mampu mengkomunikasikan kesimpulan model dalam kaitannya dengan kesimpulan konteks masalah.
 - e) *Transferring*, penilaian yang mengharuskan siswa menerapkan konsep yang dipelajari di kelas ke situasi atau konteks baru.

3) Menggunakan bentuk soal beragam

Pertanyaan HOTS yang beragam dimaksudkan untuk memberikan informasi yang lebih rinci dan komprehensif tentang kemampuan peserta tes. Penting bagi guru untuk memastikan bahwa prinsip objektivitas dapat dijamin dalam penilaian yang dilakukan. Menilai keterampilan siswa berdasarkan situasi kehidupan nyata. Evaluasi yang dilakukan secara objektif dapat memastikan ketertelusuran evaluasi. Format pertanyaan alternatif yang dapat digunakan untuk membuat pertanyaan HOTS mencakup pilihan ganda yang kompleks (benar/salah atau ya/tidak) dan esai.

c. Indikator *Higher Order Thinking Skills (HOTS)*

Indikator HOTS didasarkan pada teori milik Anderson dan Krathwohl (2001) pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Indikator *Higher Order Thinking Skills (HOTS)*

Level Kognitif	Proses Kognitif	Deskripsi
C4	Menganalisis	Penting untuk membagi informasi menjadi beberapa bagian dan memahami strukturnya. contoh, penilaian yang dirancang untuk C4 mengharuskan siswa menganalisis data dan

Level Kognitif	Proses Kognitif	Deskripsi
		argumen. Hal ini ditunjukkan dengan berkembangnya alat tes yang secara efektif mengukur keterampilan tersebut (Hala et al., 2023).
C5	Mengevaluasi	Keterampilan ini memerlukan penilaian berdasarkan kriteria dan standar. Penelitian telah menunjukkan bahwa penilaian HOTS yang terstruktur dengan baik dapat meningkatkan keterampilan evaluatif siswa, seperti yang ditunjukkan dalam berbagai studi (Setyowati & Priambudi, 2023).
C6	Menciptakan	Tingkat tertinggi HOTS, kreasi, melibatkan pengintegrasian informasi untuk menghasilkan ide dan produk baru. Alat yang dikembangkan untuk tujuan ini telah menunjukkan hasil yang meningkatkan keterampilan berpikir kreatif (Ananda et al., 2023).

d. Faktor yang Mempengaruhi *Higher Order Thinking Skills* (HOTS)

Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi HOTS.

1) Model Pembelajaran

a) Model pembelajaran PBL mempromosikan kolaborasi di antara siswa, yang sangat penting untuk mengembangkan HOTS (Anisah & Wahyu, 2022).

b) Model pembelajaran inovatif, yang mampu motivasi dan menarik minat siswa untuk belajar secara aktif, ini faktor yang mempengaruhi HOTS (Sari & Nurmala, 2024)

2) Teknik Penilaian

Memanfaatkan tes pilihan ganda dua tingkat dapat secara efektif mengukur dan meningkatkan HOTS siswa, mengungkapkan tingkat kognitif siswa dalam analisis, evaluasi dan penciptaan (Andriyatno et al., 2023).

3) Manajemen kelas terhadap lingkungan kelas

Manajemen kelas yang efektif membantu menciptakan lingkungan belajar kondusif untuk meningkatkan program HOTS. Penelitian menunjukkan dampak hasil belajar siswa sebesar 16% dari manajemen kelas (Watung et al., 2023).

4) Keterlibatan siswa terhadap keterampilan kolaborasi

Ada korelasi positif antara keterampilan kolaborasi dan HOTS, yang menunjukkan bahwa melibatkan siswa dalam kegiatan kolaboratif dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Afikah et al., 2023*).

5) Kurangnya pengalaman belajar yang menantang juga berperan penting, di mana siswa tidak diberikan

kesempatan untuk menghadapi masalah yang memerlukan pemikiran kritis dan kreatif. Penelitian menunjukkan bahwa pengajaran yang tidak mendorong siswa untuk berpikir secara analitis dan reflektif semakin memperburuk situasi ini. Penelitian dari (Nurjanah et al., 2021) mengemukakan bahwa “Metode pengajaran yang digunakan oleh guru sering kali tidak mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif, yang berkontribusi pada rendahnya HOTS”.

e. Upaya Meningkatkan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dalam Pembelajaran Biologi

Upaya meningkatkan HOTS dalam pembelajaran biologi dapat diterapkan yaitu model pembelajaran seperti pembelajaran berbasis masalah, penyelidikan kelompok, dan inkuiri (Ananda et al., 2023). Model PBL menunjukkan hasil yang menjanjikan di berbagai penelitian. Seperti penelitian oleh Dewi et al. (2025) yang menunjukkan bahwa penerapan PBL secara signifikan meningkatkan skor HOTS siswa, terutama dalam analisis, sintesis, dan evaluasi, menunjukkan efektivitasnya dalam pengaturan pendidikan. Kemampuan dalam menganalisis dan pemecahan masalah dalam proses pembelajaran PBL dapat meningkatkan kemampuan

berpikir tingkat tinggi pada siswa (As'ad et al., 2023). Pendekatan STEM menekankan pemecahan masalah dunia nyata, yang sangat penting untuk mengembangkan HOTS dalam biologi (D. N. Rahmawati et al., 2024).

2. Keterampilan Kolaborasi

a. Pengertian Keterampilan Kolaborasi

Keterampilan kolaborasi adalah keterampilan yang mencakup mendengarkan secara aktif, menanggapi dengan rasa hormat, serta mengomunikasikan gagasan secara terang lewat beragam saluran, untuk mencapai mufakat dan merumuskan solusi yang diterima oleh semua pihak (Greenstein, 2012). Keterampilan kolaborasi abad ke-21 sangat penting untuk membantu siswa beradaptasi dan berhasil dalam lingkungan kerja yang semakin kompleks dan saling berhubungan (Nuraydah et al., 2023). Menurut Thornhill-Miller et al. (2023) keterampilan kolaborasi dikelompokkan ke dalam kategori “4C”, yang mencakup kreativitas, pemikiran kritis, komunikasi, dan kolaborasi itu sendiri, yang semuanya merupakan elemen penting untuk sukses di dunia kerja pada masa depan. Selain itu, keterampilan kolaborasi tidak hanya mencakup kemampuan bekerja sama, namun juga kemampuan

berkomunikasi secara efektif, berbagi informasi, dan memecahkan masalah secara kolektif (Thornhill-Miller et al., 2023). Lingkungan pendidikan harus mendukung pengembangan keterampilan kolaborasi melalui kurikulum yang mendorong interaksi sosial dan pembelajaran berbasis proyek, sehingga siswa dapat belajar bagaimana berkolaborasi dengan sukses dalam berbagai situasi (Trilling & Fadel, 2009).

Menurut Winaryati dan Munsarif (2021) menekankan urgensi pembangunan keterampilan kolaboratif melalui pengalaman belajar bersama siswa, tenaga pendidik, dan stakeholder terkait. Hal ini disebabkan bahwa pembelajaran kolaboratif dapat sangat bermanfaat bagi siswa dan guru (Firman et al., 2023). Dalam pembelajaran kolaboratif, siswa belajar, bekerja menuju tujuan bersama, menyelesaikan tugas, dan membangun pengetahuan sebelumnya untuk mengembangkan ide dan produk (Greenstein, 2012).

b. Karakteristik Keterampilan Kolaborasi

Karakteristik keterampilan kolaborasi dapat dikategorikan ke dalam beberapa aspek utama, yang dirinci sebagai berikut.

1) Saling ketergantungan dan kerja tim

Kerja sama yang efektif bergantung pada saling ketergantungan aktif antar anggota kelompok, di mana kontribusi masing-masing individu dihargai dan diperlukan untuk mencapai tujuan bersama (Musyaddad et al., 2024).

2) Kompetensi keragaman

Kolaborasi yang sukses melalui pemahaman dan menghargai perspektif yang beragam akan meningkatkan inovasi dan pemecahan masalah (Winaryati & Munsarif, 2021).

3) Keterampilan komunikasi dan interpersonal

Komunikasi yang jelas sangat penting untuk mengekspresikan ide, memfasilitasi diskusi, dan membentuk landasan lingkungan belajar kolaboratif (Tarisah & Silalahi, 2024).

4) Keterlibatan kognitif dan metakognitif

Interaksi kolaboratif merangsang keterlibatan kognitif dan memungkinkan siswa untuk merefleksikan hasil belajar siswa dan proses sendiri (Nuraydah et al., 2023).

c. Indikator Keterampilan Kolaborasi

Indikator keterampilan kolaborasi yang dikemukakan oleh Greenstein (2012) dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Indikator Keterampilan Kolaborasi

Indikator	Aspek kemampuan
Bekerja secara produktif	Mampu menyelesaikan tugas dengan efisien dan tepat waktu Berkontribusi secara aktif dalam kelompok
	Menggunakan sumber daya yang tersedia secara efektif
	Menunjukkan inisiatif dalam menyelesaikan pekerjaan
Beradaptasi dalam berbagai peran atau kegiatan	Mampu menjalankan berbagai peran dalam tim dengan baik Bersedia berpindah peran sesuai kebutuhan kelompok
	Menerima tantangan dan perubahan dengan sikap positif
	Mampu menyesuaikan diri dengan dinamika kelompok
Berkompromi	Mendengarkan dan mempertimbangkan pendapat anggota kelompok lain Mampu mencari solusi yang adil bagi semua anggota
	Menunjukkan sikap terbuka terhadap saran dan kritik

Indikator	Aspek kemampuan
	Tidak memaksakan kehendak pribadi dalam keputusan kelompok
Tanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaan	Memenuhi tugas sesuai dengan peran dan kesepakatan kelompok
	Menunjukkan komitmen dalam menyelesaikan pekerjaan
	Memberikan dukungan kepada anggota lain agar kelompok mencapai tujuan
	Mengakui kesalahan dan berusaha memperbaikinya jika diperlukan

Sumber: (Greenstein, 2012)

d. Faktor yang Mempengaruhi Keterampilan

Kolaborasi

Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi keterampilan kolaborasi.

- 1) Pengembangan model inovatif seperti *Problem Based Learning* (PBL) memberikan kerangka kerja terstruktur yang mempromosikan keterampilan penting seperti pemecahan masalah dan berpikir kritis,

hal ini mendukung adanya keterampilan kolaborasi antar siswa. (Hendarwati et al., 2021).

- 2) Kurangnya penerapan metode pembelajaran yang mendorong interaksi sosial dan kolaborasi dapat memperburuk situasi ini, membuat siswa kesulitan dalam berkomunikasi dan berkontribusi secara aktif dalam kelompok (Nazeef et al., 2024).
- 3) Mengintegrasikan STEAM (Sains, Teknologi, Teknik, Seni, Matematika) dan *Problem Based Learning* telah terbukti meningkatkan keterampilan kolaborasi. Pendekatan ini mendorong siswa untuk terlibat dalam kegiatan belajar yang kreatif dan menyenangkan serta mendorong komunikasi dan kerja tim (Dharin et al., 2023).
- 4) Model pembelajaran PBL dan pengajaran langsung membantu siswa memperdalam pemahaman tentang nilai kolaborasi dan mengembangkan keterampilan yang penting untuk kerja tim yang efektif (Kotsonis, 2022).
- 5) Guru menggunakan berbagai metode untuk mendorong kegiatan kolaboratif, yang mempunyai dampak signifikan terhadap keterlibatan siswa dan pengembangan keterampilan (Winaryati & Munsarif, 2021).

- 6) Efektivitas kolaborasi guru juga mempengaruhi keterampilan kolaborasi siswa. Faktor-faktor seperti dinamika budaya, struktural, dan pribadi di antara guru dapat memfasilitasi atau menghambat upaya kolaboratif di ruang kelas (Martin, 2014).
- 7) Kecerdasan emosional sangat penting untuk kolaborasi yang efektif. Ini mencakup empati, kesadaran diri, dan pengaturan diri keterampilan sosial, yang memfasilitasi kerja tim yang lebih baik dan pemecahan masalah dalam pengaturan pendidikan (Meza et al., 2021).

e. Upaya Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dalam Pembelajaran Biologi

Upaya meningkatkan keterampilan kolaborasi dalam pembelajaran biologi telah mendapatkan perhatian yang signifikan, terutama melalui model dan strategi pengajaran yang inovatif. Implementasi model PBL dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi siswa dalam pembelajaran biologi secara signifikan. Didukung juga penelitian oleh Hardiyanti et al. (2016) menunjukkan tingkat keterlibatan diri dan kerja tim yang lebih tinggi, penting untuk pembelajaran kolaboratif. Pembelajaran ini juga memungkinkan siswa untuk saling belajar dan memperkuat

kemampuan siswa dalam kolaborasi secara efektif pada topik biologis (Fadila et al., 2023). Pembelajaran biologi yang membutuhkan keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah kolektif dan diskusi mampu meningkatkan kemampuan kolaborasi, pembelajaran ini sesuai dengan Sintaks pada pembelajaran PBL (Oktavia et al., 2024). Model pembelajaran Remap Jigsaw, dikombinasikan dengan kegiatan pemodelan, juga efektif dalam meningkatkan motivasi dan keterampilan kolaboratif di antara siswa biologi (Indriwati et al., 2019).

3. Model *Problem Based Learning* (PBL)

a. Pengertian Model *Problem Based Learning*

Model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) di abad ke-21, yang berpusat pada siswa dan menekankan pemecahan masalah kolaboratif serta pemikiran kritis (Cahayu et al., 2024), memiliki akar filosofis yang kuat. Pada buku *Learning to Teach* yang dituliskan oleh Arends (2012) mengemukakan bahwa sejak awal abad kedua puluh, John Dewey memberikan dasar filosofis untuk pembelajaran berbasis masalah, sementara dukungan teoritis yang signifikan datang dari psikologi. Psikolog Eropa seperti Jean Piaget dan Lev Vygotsky berperan penting dalam mengembangkan

konsep konstruktivisme, yang menjadi landasan bagi banyak pendekatan berbasis masalah kontemporer. Model PBL yang dikembangkan oleh Prof. Howard Barrows pada tahun 1970 di Universitas McMaster, Kanada (Haidir, 2021), merupakan salah satu implementasi dari prinsip-prinsip ini.

Problem Based Learning merupakan pendekatan yang menggunakan masalah autentik sebagai titik awal pembelajaran, memungkinkan siswa untuk membangun pengetahuan mereka sendiri, mengembangkan keterampilan, serta meningkatkan rasa ingin tahu, kemandirian, dan kepercayaan diri (Arends, 2012). Upaya dalam menghadapi masalah yang relevan, siswa diharapkan dapat berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran, yang pada gilirannya meningkatkan pemahaman konseptual mereka (Aulia et al., 2023). Selain itu, PBL terbukti efektif dalam menghadapkan siswa pada tantangan yang memerlukan analisis dan pemecahan, serta dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (Nainggolan et al., 2023).

Model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) menawarkan pendekatan yang menarik dengan menekankan partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran. Model *Problem Based Learning* ini, siswa

diberikan masalah yang berbeda oleh guru, yang kemudian mereka menganalisis, mendiagnosa, merumuskan, menentukan, dan menyusun strategi serta mengevaluasi (Syamsidah & Suryani, 2018). Model ini mendorong siswa untuk terlibat aktif dengan masalah dunia nyata, mendorong pembelajaran mandiri dan pengembangan keterampilan penting seperti kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (Wulandari, 2020). Hal ini sejalan dengan penelitian Asri *et al.* (2024) menunjukkan bahwa PBL memberikan siswa kesempatan untuk berpartisipasi dalam memecahkan masalah nyata, yang secara signifikan membantu mereka mengembangkan pemikiran kritis dan keterampilan pemecahan masalah.

Integrasi antara PBL dan nilai-nilai yang terkandung dalam Al-Mujadilah ayat 11 sangat relevan dalam konteks pendidikan (Kulle, 2016). Ayat tersebut menekankan “pentingnya ilmu dan pembelajaran, di mana Allah mengangkat derajat orang-orang yang beriman dan berilmu” (Al-Qur'an, Al-Mujadilah: 11).

يَأَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَقْسِحُوا فِي الْمَجَlisِ فَاقْسِحُوهَا يَفْسِحَ اللَّهُ لَكُمْ
وَإِذَا قِيلَ لِلشَّرِيفِ قَاتِلُوا فَإِذَا قِيلَ لَهُمْ أَمْنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أَوْتُوا الْعِلْمَ دَرَجَتٌ
وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ۝

Terjemahan : "Wahai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu "Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis," lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Apabila dikatakan, "Berdirilah," (kamu) berdirilah. Allah niscaya akan mengangkat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan." (Q.S. Al-Mujadilah: 11).

Tafsir Surah Al-Mujadilah ayat 11 dalam Tafsir Al-Misbah oleh Quraish Shihab menjelaskan bahwa "Allah mengangkat derajat orang-orang yang beriman dan berilmu". Ayat ini menekankan pentingnya ilmu dalam kehidupan seorang mukmin, menunjukkan bahwa pengetahuan adalah kunci untuk mencapai kemuliaan di sisi Allah. Quraish Shihab menegaskan bahwa integrasi antara iman dan ilmu sangat penting, dan hal ini sejalan dengan prinsip pendidikan yang mendorong siswa untuk aktif mencari pengetahuan. Ayat ini tidak hanya memberikan dorongan untuk belajar, tetapi juga menekankan tanggung jawab moral untuk menyebarkan ilmu yang bermanfaat (Shihab, 2011).

Dapat disimpulkan bahwa dalam PBL, siswa tidak hanya dituntut untuk menguasai pengetahuan,

tetapi juga untuk menerapkannya dalam situasi nyata, yang sejalan dengan ajaran Al-Qur'an tentang pencarian ilmu. Untuk menghadapi masalah yang autentik, siswa dapat mengembangkan pemikiran kritis dan keterampilan pemecahan masalah, yang merupakan inti dari pembelajaran yang bermakna (Aulia et al., 2023). Oleh karena itu, penerapan PBL dalam pendidikan tidak hanya mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21, tetapi juga sejalan dengan prinsip-prinsip yang diajarkan dalam Al-Qur'an, menjadikan proses pembelajaran lebih holistik dan relevan bagi siswa (Kulle, 2016).

b. Karakteristik Model Problem Based Learning

Karakteristik yang dikemukakan oleh Barrows dan Tamblyn (1980) mengenai model *Problem Based Learning* (PBL) sebagai berikut.

- 1) *Learning is student-centered*, artinya proses pembelajaran lebih dominan kepada siswa. PBL menekankan keterlibatan siswa dan memungkinkan siswa untuk mengambil tanggung jawab atas pendidikan siswa sendiri dengan mengeksplorasi topik-topik yang relevan dengan kehidupan (Alves & Filho, 2024).

- 2) *Authentic problems form the organizing focus for learning*, artinya masalah nyata disajikan kepada siswa sehingga mereka mudah memahami dan menerapkannya nanti dalam kehidupan profesional mereka.
- 3) *New information is acquired through self-directed learning*, artinya dalam proses penyelesaian suatu masalah, siswa belum tentu mengetahui dan memahami semua pengetahuan yang diperlukan dan karena itu mencoba mencari sendiri dari berbagai sumber, baik buku maupun informasi lainnya. Model ini dirancang untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dengan meminta siswa menganalisis, mengevaluasi, dan mensintesis informasi untuk sampai pada solusi (Sihaloho & Saragih, 2021).
- 4) *Learning occurs in small groups*. Untuk memungkinkan interaksi ilmiah dan pertukaran ide dalam upaya membangun pengetahuan bersama, PBL dilakukan dalam kelompok-kelompok kecil. PBL mengikuti proses terstruktur yang mencakup identifikasi masalah, penyelidikan, pengembangan solusi, dan presentasi (Arifin et al., 2024). Proses ini memungkinkan siswa untuk merefleksikan pembelajaran dan efektivitas solusi siswa, mendorong

pemahaman yang lebih dalam dan retensi pengetahuan (Hidayati et al., 2021).

- 5) *Teachers act as facilitators*, artinya guru hanya berperan sebagai fasilitator dalam pelaksanaan PBM, yakni dengan terus memantau perkembangan aktivitas siswa serta memotivasi mereka untuk mencapai tujuan yang ditetapkan (Syamsidah & Suryani, 2018).

c. Sintaks Model Problem Based Learning

Proses ini dilakukan dengan menggunakan sintaks pembelajaran dari Arends (2012) yang ditunjukkan pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2. 4 Sintaks Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

Tahap	Perilaku Guru
Orientasi siswa pada masalah	Guru mengulas tujuan pembelajaran, menjelaskan persyaratan logistik yang penting, dan memotivasi siswa untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah.
Mengorganisasi siswa untuk belajar	Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengatur tugas belajar yang terkait dengan masalah tersebut.

Tahap	Perilaku Guru
Membimbing penyelidikan secara individu atau kelompok	Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang akurat, melakukan eksperimen, dan mencari penjelasan dan solusi.
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu siswa dalam merencanakan dan mempersiapkan hasil karya yang sesuai seperti laporan, video, dan model yang akan membantu siswa berbagi pekerjaan dengan orang lain.
Menganalisis dan mengevaluasi proses emecahan masalah	Guru membantu siswa melaksanakan refleksi terhadap penyelidikan pemecahan masalah

Sumber: (Arends, 2012)

d. Kelebihan Model *Problem Based Learning*

Problem Based Learning (PBL) secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa, dengan skor rata-rata meningkat dari 70 menjadi 85 setelah dua siklus PBL (Hidayah, 2024).

- 1) PBL memupuk kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, penting untuk menavigasi kompleksitas dunia modern (Hamdani et al., 2022).
- 2) PBL sejalan dengan era digital, memanfaatkan teknologi untuk meneliti dan menyajikan solusi (Nursaadah & Rodiyana, 2023).
- 3) PBL mendorong siswa untuk menganalisis masalah yang kompleks, yang mengarah pada peningkatan kemampuan berpikir kritis. Studi menunjukkan menunjukkan skor berpikir kritis yang secara signifikan lebih tinggi daripada mereka yang belajar dengan metode tradisional (Chen, 2024).
- 4) Mengatasi permasalahan pada dunia nyata, siswa belajar mengevaluasi informasi secara kritis dan mengembangkan solusi, yang merupakan keterampilan penting untuk abad ke-21 (Chen, 2024)
- 5) PBL membangun suasana belajar yang lebih interaktif dan menantang, sehingga mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran (Rusman, 2024).
- 6) Sifat kolaboratif PBL menumbuhkan keterampilan kerja tim dan komunikasi, penting untuk kesuksesan tempat kerja di masa depan (Rifai et al., 2023).

7) PBL menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, sebagaimana dibuktikan dengan peningkatan signifikan dalam skor tugas siswa selama penerapannya (Selirowangi et al., 2024).

e. Kekurangan Model ***Problem Based Learning***

- 1) Banyak pendidik tidak memiliki pelatihan yang memadai dalam metodologi PBL, yang dapat menyebabkan implementasi yang tidak efektif (Selirowangi et al., 2024).
- 2) Akses terbatas ke materi dan waktu untuk persiapan dapat menghambat keberhasilan penerapan PBL di ruang kelas (Aulia et al., 2023).

f. Penerapan Model ***Problem Based Learning*** dalam Pendidikan Biologi

Penerapan PBL dalam penerapan pendidikan biologi telah menunjukkan hasil signifikansi dalam pemikiran kritis, hasil belajar siswa dan melibatkan keterlibatan siswa untuk kolaborasi. Didukung oleh Dewi dan Ningtyas (2024) menunjukkan bahwa penelitiannya mengalami peningkatan skor rata-rata dari 73,01 menjadi 82,1 setelah menerapkan PBL, yang mencerminkan peningkatan kinerja siswa sebesar 60%. Didukung juga penelitian oleh Paramitha et al. (2024)

menunjukkan bahwa partisipasi aktif siswa meningkat dari 51,7% menjadi 59,5% selama tiga siklus implementasi PBL. Keterampilan komunikasi dan kolaborasi meningkat secara signifikan, dengan skor komunikasi meningkat dari 68,60% menjadi 80,80% (Hartianingsih et al., 2024). PBL dalam proses pembelajaran biologi dikaitkan dengan peningkatan keterampilan berpikir kritis yaitu analisis menemukan ukuran efek 0,52, menunjukkan dampak positif yang kuat pada kemampuan berpikir kritis siswa (Azura & Selaras, 2023).

4. Konsep Materi Perubahan Lingkungan

a. Capaian Pembelajaran Materi Perubahan Lingkungan

Akhir Fase E, siswa mampu menanggapi masalah global dan berperan aktif dalam pemecahan masalah. Kompetensi proses juga membantu membangun sikap ilmiah dan profil mahasiswa Pancasila (Kemendikbudristek, 2022). Berikut analisis CP dan Tp pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Analisis CP dan TP

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman Biologi	<p>Pada akhir fase E, peserta didik 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.</p>
Keterampilan Proses	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengamati. Mampu menentukan instrumen yang sesuai untuk pengukuran dan observasi, serta memperhatikan detail penting dari objek yang diamati. 2. Mengajukan pertanyaan dan membuat prediksi. Mengidentifikasi pertanyaan dan masalah yang dapat diselidiki secara ilmiah. Siswa menggabungkan pengetahuan yang ada dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi.

Elemen	Capaian Pembelajaran
	3. Merencanakan dan Melaksanakan Investigasi. Siswa merancang investigasi ilmiah dan menjalankan prosedur kerja berdasarkan sumber referensi yang valid untuk menjawab pertanyaan. Mereka mengukur atau membandingkan variabel dependen dengan menggunakan alat yang sesuai, sesuai prinsip ilmiah
	4. Memproses dan menganalisis data dan informasi. Menginterpretasikan data yang diperoleh dengan kejujuran dan penuh tanggung jawab. Melakukan analisis menggunakan instrumen dan metode yang tepat, mengevaluasi relevansi temuan dengan menyertakan sumber, lalu merangkum hasil penyelidikan
	5. Mengevaluasi dan merenungkan. Merefleksikan kesimpulan

Elemen	Capaian Pembelajaran
	dengan membandingkannya pada teori-teori yang relevan. Menelaah keunggulan dan kelemahan prosedur penelitian serta pengaruhnya terhadap data. Mengungkap masalah metodologis dan mengajukan rekomendasi perbaikan untuk penelitian berikutnya
6.	Mengomunikasikan hasil. Komunikasikan sepenuhnya hasil investigasi, termasuk pertimbangan keselamatan, etika, dan lingkungan yang didukung oleh argumen, bahasa, dan konvensi ilmiah.

b. Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 2.6 sebagai berikut.

Tabel 2.6 Tujuan Pembelajaran

No.	Tujuan Pembelajaran	Level KKO
1.	Siswa dapat mengidentifikasi perubahan lingkungan dan pencemaran air	C1
2.	Siswa dapat mengidentifikasi pencemaran tanah dan pencemaran	C1

No.	Tujuan Pembelajaran	Level KKO
	udara	
3.	Siswa dapat menganalisis pengaruh dan dampak dari pencemaran lingkungan terhadap makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem	C4
4.	Siswa dapat merancang solusi untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan	C6
5.	Siswa dapat menganalisis macam-macam limbah dan upaya mengatasi masalah lingkungan	C4
6.	Siswa dapat merancang solusi pemanfaatan limbah menjadi produk yang berguna sebagai upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan.	C6
7.	Siswa dapat mengevaluasi keefektifan solusi yang dikembangkan berdasarkan prinsip berkelanjutan dan etika lingkungan	C5

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Kajian penelitian yang berkaitan dengan studi ini meliputi artikel dan skripsi yang digunakan sebagai acuan dalam menyusun proposal penelitian.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Royhanah pada tahun 2022 dengan judul Pengaruh Model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) Peserta Didik pada Materi Koloid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) berpengaruh signifikan terhadap

peningkatan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) siswa pada materi koloid, dengan hasil analisis menunjukkan nilai Sig. 2-tailed sebesar 0,000, yang mengindikasikan perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen yang menggunakan PBL dan kelompok kontrol yang menggunakan metode konvensional. Persamaan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian sama-sama meneliti pengaruh model PBL terhadap HOTS, dan perbedaannya yaitu penelitian ini akan menambahkan dimensi baru dengan mengeksplorasi keterampilan kolaborasi siswa, yang tidak menjadi fokus utama dalam penelitian Royhanah. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan lebih luas mengenai efektivitas model *Problem Based Learning* dalam meningkatkan tidak hanya *Higher Order Thinking Skills*, tetapi juga keterampilan kolaborasi siswa (Royhanah, 2022).

2. Penelitian oleh Angkalawi tahun 2023 dengan judul Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Kemampuan Literasi Sains Siswa Pada Pembelajaran Biologi Kelas XI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berpengaruh signifikan terhadap keterampilan kolaborasi dan kemampuan literasi sains siswa kelas XI

di SMA Negeri 4 Pasarwajo, dengan nilai signifikansi masing-masing 0,000 dan 0,002, yang keduanya lebih kecil dari 0,05. Persamaan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian sama-sama menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap keterampilan kolaborasi. Perbedaan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian ini akan menambahkan variabel terikat yaitu *Higher Order Thinking Skills*, yang tidak menjadi fokus utama dalam penelitian Angkalawi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan lebih luas mengenai efektivitas model *Problem Based Learning* dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta keterampilan kolaborasi siswa dalam konteks yang berbeda (Angkalawi, 2023).

3. Penelitian yang dilakukan oleh Nuraydah pada tahun 2023 dengan judul Peningkatan Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran *Problem Based Learning* dengan Media Video Pada Materi Alat Pembayaran Non Tunai. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan keterampilan kolaborasi dari 73,8% menjadi 83,2% dan hasil belajar dari 86,45% menjadi 87,59%, yang menegaskan efektivitas model *Problem Based Learning*. Persamaan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian

sama-sama menggunakan model *Problem Based Learning* dan melibatkan siswa kelas X. Perbedaannya yaitu penelitian Nuraydah lebih fokus pada penggunaan media video dan hasil belajar, sedangkan penelitian ini akan menekankan pada pengaruh model tersebut terhadap *Higher Order Thinking Skills* dan keterampilan kolaborasi (Nuraydah et al., 2023).

4. Penelitian yang dilakukan oleh Umi Arifah pada tahun 2023 dengan judul "*Pengaruh Problem Based Learning Terintegrasi Potensi Lokal terhadap Literasi Sains dan Higher Order Thinking Skill pada Pembelajaran Biologi Kelas XI SMA*". Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* terintegrasi potensi lokal berpengaruh signifikan terhadap literasi sains dan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) siswa kelas XI MIPA, dengan nilai signifikansi 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Persamaan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian sama-sama menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap HOTS. Perbedaannya yaitu pada model *Problem Based Learning* tidak terintegrasi dengan potensi lokal dan penelitian ini akan menambahkan fokus pada keterampilan kolaborasi siswa (Arifah, 2023).

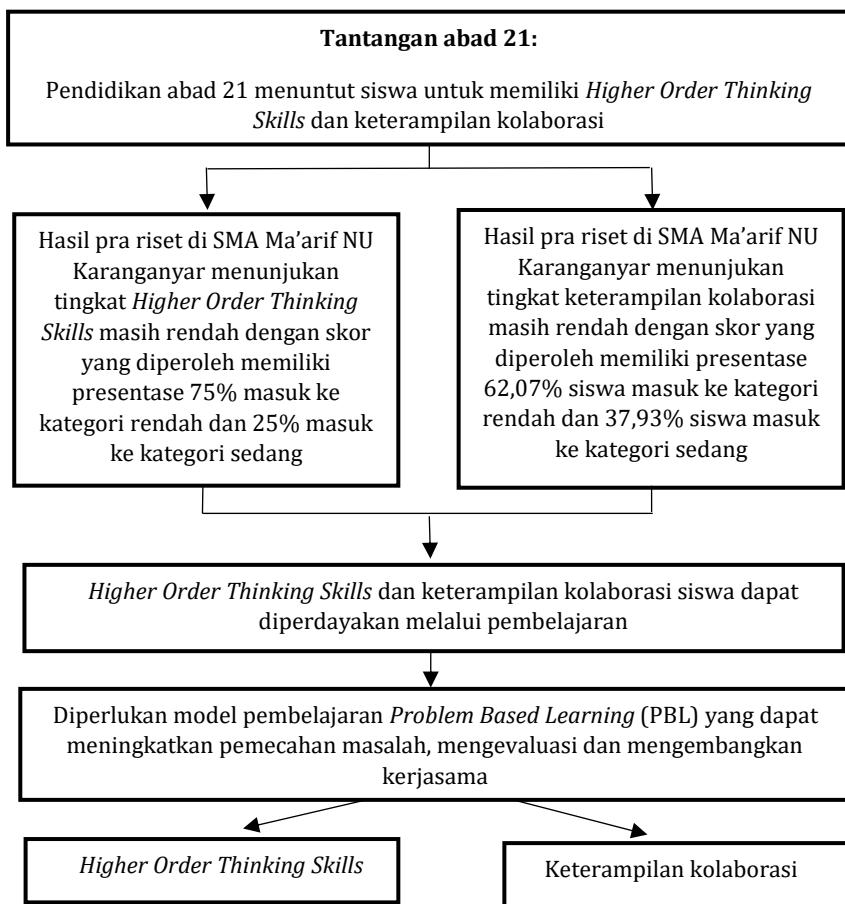
5. Penelitian oleh Selirowangi et al. pada tahun 2024 dengan judul Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Untuk Meningkatkan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) efektif dalam meningkatkan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) siswa di SMK Al-Ishlah, meskipun pada siklus pertama hasilnya masih rendah dengan rata-rata nilai tugas siswa sebesar 22,89%. Pada siklus kedua, terjadi peningkatan signifikan dengan rata-rata nilai mencapai 38,84%. Persamaan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian sama-sama menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap HOTS. Perbedaan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian ini akan menambahkan dimensi baru dengan mengeksplorasi keterampilan kolaborasi siswa (Selirowangi et al., 2024).
6. Penelitian yang dilakukan oleh Tasya Putri Hendrika pada tahun 2023 dengan judul "Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terhadap Keterampilan *Higher Order Thinking Skills* dan *Self Regulation* Peserta Didik Kelas XI SMA". Penelitian Hendrika menunjukkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* berpengaruh signifikan

terhadap keterampilan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dan *Self Regulation* siswa kelas XI MIPA di SMA Negeri 5 Semarang, dengan nilai signifikansi 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Persamaan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian sama-sama menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap HOTS . Perbedaan dari penelitian yaitu penelitian ini akan menambahkan fokus pada keterampilan kolaborasi siswa (Hendrika, 2023).

Merujuk pada berbagai penelitian dan studi sebelumnya, terdapat perbedaan yang juga menjadi kebaruan dalam penelitian ini. Penelitian ini melibatkan dua variabel Y, yaitu *Higher Order Thinking Skills* dan Kemampuan Kolaborasi.

C. Kerangka Berpikir

Penelitian ini memiliki kerangka berpikir yang disajikan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 2. 1 Diagram Alir Kerangka Berpikir

D. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Terdapat pengaruh yang signifikan model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap *Higher Order Thinking Skills*
2. Terdapat pengaruh yang signifikan model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap keterampilan kolaborasi

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian kuantitatif dengan pendekatan kuasi eksperimen. Pendekatan ini dipilih untuk mengevaluasi pengaruh model PBL terhadap HOTS dan keterampilan kolaborasi siswa kelas X SMA. Menurut Creswell (2015), pendekatan kuasi eksperimen memungkinkan peneliti untuk menguji pengaruh perlakuan tertentu tanpa memerlukan randomisasi penuh, sehingga tetap dapat memberikan informasi yang valid mengenai efek dari intervensi yang dilakukan.

Desain penelitian ini menggunakan *Nonequivalent Control Group Design*. Melalui desain ini, perbandingan hasil belajar siswa dapat dilakukan secara sistematis antara kondisi sebelum dan sesudah perlakuan, serta antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Penelitian ini melibatkan dua kelompok kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL), sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran langsung (*direct*

instruction). Desain penelitian lebih detail dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 1 *Nonequivalent Control Group Design*

Kelas	Pretest	Variabel Independen	Posttest
		X	
E	O ₁	X	O ₃
K	O ₂	-	O ₄

Sumber: (Creswell, 2015)

Keterangan:

E: kelas eksperimen

K: kelas kontrol

O₁: hasil *pretest* kelas eksperimen

O₂: hasil *pretest* kelas kontrol

O₃: hasil *posttest* kelas eksperimen

O₄: hasil *posttest* kelas eksperimen

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di SMA Ma'arif NU Karanganyar, yang beralamat Jl. Raya Karanganyar No. 11, Kec. Karanganyar, Kab. Purbalingga, Jawa Tengah, dengan kode pos 53354. SMA ini memiliki Nomor Pokok Sekolah Nasional (NPSN) 20303250 dan akreditas B. Waktu Penelitian ni dilakukan pada 1 – 30 Mei 2025.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi yang digunakan untuk penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Ma'arif NU Karanganyar memiliki 8 kelas, yaitu XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, dan XH dengan jumlah 279 siswa. Populasi yang berjumlah besar tidak memungkinkan untuk diteliti secara keseluruhan, sehingga hanya sebagian yang diambil sebagai sampel penelitian. Berikut populasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Populasi Penelitian

Kelas								Jumlah
XA	XB	XC	XD	XE	XG	XH	279	
34	35	35	35	35	35	35	35	

2. Sampel Penelitian

Jenis sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sampel *non-probabilitas* yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Metode sampel non-probabilistik tidak memberikan peluang yang seragam bagi setiap anggota populasi untuk dipilih (Siyoto & Sodik, 2015). Pengambilan teknik *purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang bertujuan di mana peneliti memilih subjek yang diyakini memiliki

karakteristik yang relevan dengan tujuan penelitian (Yusuf, 2019).

Sampel yang diambil dari dua kelas yaitu kelas XA yang terdiri dari 34 siswa dan XC yang terdiri dari 35 siswa. Pemilihan sampel didasarkan pada uji ANOVA yaitu dilakukan uji kesetaraan dari nilai ulangan akhir semester 1 tahun ajaran 2024/2025, dapat dilihat di Lampiran 6.

D. Definisi Operasional Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel penelitian berupa variabel bebas (*independen variabel*) dan variabel terikat (*dependen variabel*).

1. Variabel Bebas (*Independen Variabel*)

Problem Based Learning (PBL) merupakan model pembelajaran berbasis pemecahan masalah nyata dengan sintaks dimulai dari orientasi masalah pada siswa, mengorganisasi siswa untuk belajar, membimbing siswa dalam penyelidikan baik secara individu maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya serta menganalisis dan mengevaluasi pemecahan masalah, yang dapat diukur melalui lembar observasi Sintaks keterlaksanaan pembelajaran *Problem Based Learning*.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu *Higher Order Thinking Skills* dan keterampilan kolaborasi.

a. *Higher Order Thinking Skills*

Higher Order Thinking Skills (HOTS) merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang diukur melalui instrumen soal HOTS dengan tingkatan C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta).

b. Keterampilan Kolaborasi

Keterampilan kolaborasi adalah keterampilan bekerja sama dengan orang lain yang dapat diukur dengan angket kolaborasi dari indikator kerjasama secara produktif, beradaptasi dalam berbagai peran atau kegiatan, berkompromi, serta bertanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaan.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui teknik tertentu yang mengarahkan cara memperoleh informasi, sedangkan instrumen berfungsi sebagai sarana untuk mendukung keteraturan dan kemudahan dalam proses pengumpulan data.(Ary & Jacobs, 2015). Berikut teknik dan instrumen pengumpulan data.

1. Tes

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah soal *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) menggunakan soal berbentuk pilihan ganda (*multiple choice*) pada materi perubahan lingkungan. Instrumen pengumpulan data pada *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) berupa soal awal (*pretest*) dan soal akhir (*posttest*). Tes ditujukan untuk mendapatkan hasil berupa *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), rincian soal HOTS pada Lampiran 13. Hasil jawaban dari responden (siswa) dapat dikategorikan melalui indeks nilai HOTS yang terdapat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Kategori Indeks Nilai HOTS

Skor (%)	Kriteria
76-100	Sangat Tinggi
51-75	Tinggi
26-50	Sedang
1-25	Rendah

Sumber: (Andriyatno *et al.*, 2023)

2. Survei

Teknik survei dilakukan dengan menggunakan instrumen angket. Angket yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan angket tertutup.

Angket tertutup merupakan angket yang sudah disediakan jawabannya, sehingga responden (siswa) dapat langsung memilih. Angket berisi 4 indikator yang disampaikan oleh Greenstein (2012) dan disediakan alternatif jawaban menggunakan *4 modified likert scale* berupa, sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS). Pedoman penskoran angket keterampilan kolaborasi siswa terdapat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Pedoman Penskoran Angket Kolaborasi

Pernyataan <i>Favorable</i>		Pernyataan <i>Unfavorable</i>	
Skala Pernyataan	Skor	Skala Pernyataan	Skor
Sangat Setuju (SS)	4	Sangat Setuju (SS)	1
Setuju (S)	3	Setuju (S)	2
Tidak Setuju (TS)	2	Tidak Setuju (TS)	3
Sangat Tidak Setuju (STS)	1	Sangat Tidak Setuju (STS)	4

Sumber: (Sugiyono, 2013)

Skor kolaborasi yang diperoleh ditransformasikan menjadi data interval menggunakan rumus *percentages correction* (Nuraydah *et al.*, 2023). Hasil jawaban dari responden (siswa) dapat dikategorikan melalui indeks nilai keterampilan kolaborasi yang terdapat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Kriteria Skoring Nilai Keterampilan Kolaborasi

Skor (%)	Kriteria
81-100	Sangat Tinggi
61-80	Tinggi
41-60	Sedang
21-40	Rendah
0-20	Sangat Rendah

Sumber: (Nuraydah et al., 2023)

3. Observasi

Observasi dimanfaatkan sebagai data pendukung dalam penelitian ini untuk mengamati pelaksanaan pembelajaran pada tahap pra-riset. Observasi juga digunakan untuk mengukur keterampilan kolaborasi siswa dan keterlaksanaan sintaks pembelajaran. Instrumen yang digunakan yaitu menggunakan lembar observasi keterampilan kolaborasi dan keterlaksanaan sintaks pembelajaran, rincinya dapat dilihat pada Lampiran 39 dan 40.

4. Wawancara

Wawancara dilakukan sebelum penelitian guna untuk mengetahui hambatan atau masalah dalam pembelajaran biologi di SMA Ma'arif NU Karanganyar. Instrumen wawancara dalam penelitian ini berupa lembar wawancara dan lebih lengkapnya ada di Lampiran 1. Narasumber dalam penelitian ini yakni Ibu

Diyah Apit M, S. Pd. selaku guru biologi SMA Ma'arif NU Karanganyar.

F. Validitas dan Realibilitas Instrumen

1. Uji Validitas

Uji validitas pada penelitian ini dilakukan melalui 2 tahap yaitu uji validitas logis dan uji validitas empiris. Uji validasi logis bertujuan untuk memvalidasi instrumen soal HOTS, Modul ajar, LKPD, dan keterampilan kolaborasi yang diuji oleh para ahli, ada di Lampiran 8, 22, 32, 35, 36. Uji validitas empiris dilakukan setelah instrumen soal HOTS dan angket keterampilan kolaborasi sudah dinyatakan valid oleh ahli dan diuji cobakan kepada siswa. Berikut hasil uji validitas logis dapat dilihat pada Tabel 3.6 sebagai berikut.

Tabel 3.6 Hasil Validitas Logis

No.	Instrumen	Skor	Kategori
1	Soal HOTS	100%	Sangat layak
2	Angket Keterampilan Kolaborasi	90%	Sangat layak
3	Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi	90%	Sangat layak
4	Modul Ajar	97,8%	Sangat layak

5	Lembar Kerja Peserta	95,8%	Sangat layak didik
---	----------------------	-------	--------------------

Uji validitas empiris pada instrumen tes penelitian berupa soal pilihan ganda (*multiple choice*). Validitas setiap butir soal diuji menggunakan metode *product moment correlation* dengan bantuan SPSS 25, dapat dilihat di Lampiran 10 dan 24. Jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ maka dapat dinyatakan valid. Nilai r_{tabel} dapat dilihat di tabel *r product moment* dengan taraf signifikansi 5% (Sugiyono, 2013).

2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas menunjukkan kestabilan, yakni seberapa konsisten pengukuran memberikan hasil yang sama dalam kondisi identik (Khoiri, 2015). Seluruh butir soal yang valid akan diuji reliabilitas dengan teknik *cronbach's alpha* melalui aplikasi SPSS versi 25. Rumus *cronbach alpha* dihitung untuk mengukur seberapa besar korelasi antara skor item dengan skor total instrumen secara keseluruhan. Data dapat dinyatakan reliabel apabila nilai *cronbach's alpha* $> 0,6$ ($r_i > 0,6$) (Ary & Jacobs, 2015). Data yang digunakan pada uji reliabilitas merupakan data dari uji validitas sebelumnya, dapat dilihat pada Lampiran 11 dan 25.

3. Uji Kesukaran Soal

Uji tingkat kesukaran soal dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui sukar atau tidaknya butir soal instrumen *posttest-pretest* menggunakan SPSS versi 25, dapat dilihat pada Lampiran 12. Angka indeks kesukaran soal (P) ditentukan menggunakan kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 3.7 sebagai berikut.

Tabel 3.7 Indeks Kesukaran Soal

Besarnya nilai P	Kategori Tingkat Kesukaran
0	Sangat sukar
$0 < P \leq 0,3$	Sukar
$0,3 < P \leq 0,7$	Sedang
$0,7 < P < 1$	Mudah
1	Sangat Mudah

Sumber: (Bagiyono, 2017)

4. Uji Daya Beda

Analisis daya beda dilakukan dengan SPSS versi 25 untuk menilai sejauh mana soal mampu membedakan peserta didik berkemampuan tinggi dan rendah, rinciannya di Lampiran 11. Angka indeks daya pembeda (D) ditentukan menggunakan kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 3.8 sebagai berikut.

Tabel 3.8 Indeks Daya Beda Soal

Besarnya Nilai D	Kategori Daya Pembeda
$D \leq 0$	Rendah Sekali
$0 < D \leq 0,2$	Rendah
$0,2 < D \leq 0,4$	Sedang
$0,4 < D < 0,7$	Tinggi
$0,7 < D \leq 1$	Tinggi Sekali

Sumber : (Bagiyono, 2017)

G. Teknik Analisis Data

1. Uji Prasyarat

a. Uji Normalitas

Uji normalitas menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25 dilakukan uji normalitas, dapat dilihat pada Lampiran 17 dan 29. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini diperiksa apakah berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak dengan menggunakan uji normalitas. H_0 : Jika signifikansi probabilitas (Sig) $> \alpha (0,05)$ maka H_0 diterima, sedangkan H_0 diabaikan jika signifikansi probabilitas (Sig) $< \alpha (0,05)$.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menguji tingkat variansi-variansi dari suatu populasi sama atau tidak menggunakan rumus "*Levene's Test of Equality of Error Variances*" melalui aplikasi SPPS versi 25, dapat dilihat pada Lampiran 18 dan 30 . H_0 : Jika signifikansi

probabilitas (Sig) $< \alpha$ (0,05) maka H₀ diabaikan, jika signifikansi probabilitas (Sig) $> \alpha$ (0,05) maka H₀ diterima. Jika data homogen maka digunakan perhitungan parametik, sedangkan jika data tidak homogen maka menggunakan perhitungan non parametik.

2. Uji Hipotesis

Hipotesis penelitian ini diuji dengan menggunakan analisis kovarian karena penelitian ini menggunakan *non-equivalent control group design*. Desain penelitian ini mensyaratkan adanya pengambilan data *pretest* dan *posttest*. Analisis kovarian digunakan untuk menguji hipotesis nol (H₀) tentang pengaruh satu variabel tambahan yang terkontrol atau sangat terkontrol dibandingkan dengan analisis varians. Analisis kovarian dilakukan dengan nilai *posttest* dari kelas kontrol dan kelas eksperimen terhadap variabel terikat. Setelah melakukan uji normalitas dan homogenitas selanjutnya dilakukan uji ANCOVA. Hipotesis yang ditentukan dijawab menggunakan bantuan SPSS 25, dapat dilihat pada Lampiran 19 dan 31. Hasil uji hipotesis dapat dilihat dengan membandingkan nilai probabilitas (p-value) atau sig. dengan taraf

signifikansi ($\alpha = 0,05$). Adapun hipotesis dalam uji ANCOVA sebagai berikut.

- a) Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh perbedaan perlakuan terhadap variable terikat.
- b) Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh perbedaan perlakuan terhadap variable terikat.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari tanggal 1 hingga 30 Mei 2025 di SMA Ma'arif NU Karanganyar, yang berlokasi di Jl. Raya Karanganyar No. 11, Kec. Karanganyar, Kab. Purbalingga. Penelitian ini melibatkan dua kelas, yaitu kelas XA yang terdiri dari 34 siswa sebagai kelas kontrol dan kelas XC yang terdiri dari 35 siswa sebagai kelas eksperimen. Kedua kelas diberikan perlakuan yang berbeda dimana pada kelas eksperimen pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* sedangkan pada kelas kontrol pembelajaran menggunakan model *direct instruction*. Analisis data dari hasil uji coba instrumen sebagai berikut.

1. Uji Validitas

a. *Higher Order Thinking Skills*

Instrumen *Higher Order Thinking Skills* terdiri dari 19 butir soal pilihan ganda. Setiap butir soal diuji untuk menilai kecocokan dalam konteks penelitian ini. Berikut hasil perhitungan uji validitas *Higher Order Thinking Skills* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Uji Validitas Soal *Higher Order Thinking Skills*

Soal	r_{tabel}	r_{hitung}	Keterangan
1	0,2816	0,438	Valid
2	0,2816	0,061	Tidak Valid
3	0,2816	0,466	Valid
4	0,2816	0,578	Valid
5	0,2816	0,534	Valid
6	0,2816	-0,113	Tidak Valid
7	0,2816	0,322	Valid
8	0,2816	0,288	Valid
9	0,2816	-0,063	Tidak Valid
10	0,2816	0,599	Valid
11	0,2816	0,442	Valid
12	0,2816	0,404	Valid
13	0,2816	0,455	Valid
14	0,2816	0,561	Valid
15	0,2816	0,767	Valid
16	0,2816	0,584	Valid
17	0,2816	0,423	Valid
18	0,2816	0,589	Valid
19	0,2816	0,449	Valid

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa uji validitas soal *Higher Order Thinking Skills* terdapat 3 item pertanyaan yang tidak valid yaitu item 2, 6 dan 9 dikarenakan nilai r_{hitung} pada ketiga item tersebut $< 0,2816$ yang merupakan nilai dari r_{tabel} sehingga item tersebut tidak layak digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

b. Keterampilan Kolaborasi

Keterampilan kolaborasi siswa dapat diketahui melalui instrumen berupa angket dan lembar observasi yang berbentuk pernyataan memuat indikator keterampilan kolaborasi. Instrumen keterampilan kolaborasi terdiri dari 30 butir soal pernyataan. Setiap butir soal diuji untuk menilai kecocokan dalam konteks penelitian ini. Berikut hasil perhitungan uji validitas keterampilan kolaborasi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Validitas Keterampilan Kolaborasi

Soal	r_{tabel}	r_{hitung}	Keterangan
1	0,2681	0,423	Valid
2	0,2681	0,409	Valid
3	0,2681	0,259	Tidak Valid
4	0,2681	0,530	Valid
5	0,2681	0,244	Tidak Valid
6	0,2681	0,297	Valid
7	0,2681	0,300	Valid
8	0,2681	0,378	Valid
9	0,2681	0,191	Tidak Valid
10	0,2681	0,349	Valid
11	0,2681	0,260	Tidak Valid
12	0,2681	0,200	Tidak Valid
13	0,2681	0,391	Valid
14	0,2681	0,475	Valid
15	0,2681	0,279	Valid
16	0,2681	0,530	Valid
17	0,2681	0,586	Valid
18	0,2681	0,182	Tidak Valid

Soal	r_{tabel}	r_{hitung}	Keterangan
19	0,2681	0,351	Valid
20	0,2681	0,382	Valid
21	0,2681	0,542	Valid
22	0,2681	0,665	Valid
23	0,2681	0,062	Tidak Valid
24	0,2681	0,226	Tidak Valid
25	0,2681	0,084	Tidak Valid
26	0,2681	0,373	Valid
27	0,2681	0,228	Tidak Valid
28	0,2681	0,341	Valid
29	0,2681	0,182	Tidak Valid
30	0,2681	0,542	Valid

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa uji validitas angket keterampilan kolaborasi terdapat 11 item pertanyaan angket yang tidak valid yaitu item 3, 5, 9, 11, 12, 18, 23, 24, 25, 27, dan 29 dikarenakan nilai r_{hitung} pada sebelas item tersebut $< 0,2681$ yang merupakan nilai dari r_{tabel} sehingga item tersebut tidak layak digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

2. Uji Reliabilitas

a. *Higher Order Thinking Skills*

Data yang digunakan pada uji reliabilitas merupakan data dari uji validitas sebelumnya. Hasil uji reliabilitas *Higher Order Thinking Skills* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Reliabilitas Soal *Higher Order Thinking Skills*

Soal	<i>Reliability Statistics</i>
	<i>Cronbach's Alpha if Item Deleted</i>
S1	0,795
S2	0,795
S3	0,787
S4	0,793
S5	0,809
S6	0,811
S7	0,789
S8	0,798
S9	0,803
S10	0,794
S11	0,791
S12	0,775
S13	0,787
S14	0,800
S15	0,788
S16	0,798

Data pada Tabel 4.3 dapat diketahui *N of Items* sebanyak 16 buah memperoleh nilai *Cronbach's Alpha* $> 0,6$ maka dapat disimpulkan bahwa soal *Higher Order Thinking Skills* dinyatakan konsisten atau reliabel.

b. Keterampilan Kolaborasi

Data yang digunakan pada uji reliabilitas merupakan data dari uji validitas sebelumnya. Hasil uji reliabilitas keterampilan kolaborasi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Reliabilitas Angket Keterampilan Kolaborasi

<i>Reliability Statistics</i>	
Soal	<i>Cronbach's Alpha if Item Deleted</i>
S1	0,752
S2	0,755
S3	0,749
S4	0,762
S5	0,770
S6	0,759
S7	0,767
S8	0,755
S9	0,752
S10	0,773
S11	0,740
S12	0,740
S13	0,757
S14	0,757
S15	0,746
S16	0,732
S17	0,763
S18	0,765
S19	0,742

Data pada Tabel 4.4 dapat diketahui *N of Items* sebanyak 19 buah memperoleh nilai *Cronbach's Alpha* > 0,6 maka dapat disimpulkan bahwa angket keterampilan kolaborasi dinyatakan konsisten atau reliabel.

3. Uji Kesukaran Soal

Hasil dari uji kesukaran soal HOTS dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut

Tabel 4.5 Hasil Uji Kesukaran Soal HOTS

No Soal	Skor Tingkat Kesukaran	Keterangan
S1	0,61	Sedang
S2	0,43	Sedang
S3	0,45	Sedang
S4	0,45	Sedang
S5	0,57	Sedang
S6	0,49	Sedang
S7	0,43	Sedang
S8	0,41	Sedang
S9	0,61	Sedang
S10	0,43	Sedang
S11	0,65	Sedang
S12	0,55	Sedang
S13	0,63	Sedang
S14	0,86	Mudah
S15	0,73	Mudah
S16	0,71	Mudah

Data pada Tabel 4.5 menunjukkan hasil indeks kesukaran soal nomor 1 sampai 13 tergolong kesukaran yang sedang dan pada nomor 14 sampai 16 tergolong kesukaran yang mudah. Semua soal dapat digunakan karena telah valid sehingga dapat dijadikan sebagai alat ukur HOTS siswa.

4. Uji Daya Beda

Hasil dari uji daya beda soal HOTS dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut

Tabel 4.6 Hasil Uji Daya Beda Soal HOTS

No Soal	Skor Daya Beda	Keterangan
S1	0,399	Sedang
S2	0,403	Tinggi
S3	0,508	Tinggi
S4	0,435	Tinggi
S5	0,192	Rendah
S6	0,177	Rendah
S7	0,487	Tinggi
S8	0,360	Sedang
S9	0,292	Sedang
S10	0,415	Tinggi
S11	0,452	Tinggi
S12	0,669	Tinggi
S13	0,518	Tinggi
S14	0,330	Sedang
S15	0,506	Sedang
S16	0,359	Sedang

Data pada Tabel 4.6 menunjukkan hasil pengujian daya beda dari soal HOTS yaitu soal nomor 5, 6 memiliki kategori rendah, soal nomor 1, 8, 9, 14, 15, 16 memiliki kategori sedang dan soal nomor 2, 3, 4, 7, 10, 11, 12, 13 memiliki kategori tinggi.

5. Deskripsi Data

a. Higher Order Thinking Skills

Data menunjukkan bahwa rata-rata nilai *posttest* *Higher Order Thinking Skills* pada kelas eksperimen

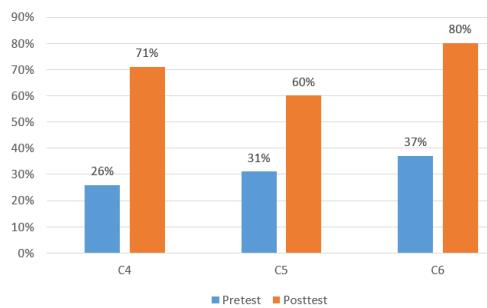
sebesar 720,286 dengan standar deviasi sebesar 1.030,558 dan jumlah siswa sebanyak 35. Sedangkan pada kelas kontrol, nilai rata-rata *posttest* HOTS sebesar 498,824 dengan standar deviasi sebesar 1.170,280 dan jumlah siswa sebanyak 34. Jika dilihat dari nilai rata-rata yang diperoleh, siswa kelas eksperimen menunjukkan *posttest* soal HOTS yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa pada kelas kontrol. Standar deviasi yang lebih rendah pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa penyebaran nilai siswa lebih seragam dibandingkan kelas kontrol. Hal ini karena standar deviasi merupakan ukuran sebaran data terhadap rata-rata; semakin kecil nilainya, semakin homogen data tersebut. Deskripsi statistika HOTS lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Statistika Deskriptif *Higher Order Thinking Skills*

<i>Descriptive Statistics</i>			
<i>Dependent Variable: Posttest</i>			
Kelas	Mean	Std. Deviation	N
kontrol	498.824	1.170.280	34
eksperimen	720.286	1.030.558	35
Total	611.159	1.561.912	69

Higher Order Thinking Skills pada penelitian ini diukur menggunakan indikator soal level C4, C5 dan

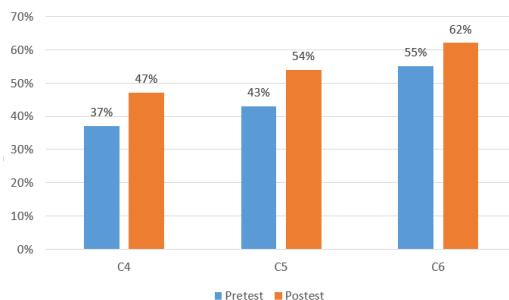
C6. Kelas eksperimen mengalami peningkatan rata-rata tiap indikator setelah pembelajaran dilaksanakan model *Problem Based Learning*. Level C4 (menganalisis), terjadi peningkatan yang signifikan dari 26% pada saat *pretest* dan meningkat menjadi 71% pada saat *posttest*. Level C5 (mengevaluasi), presentase hasil juga mengalami kenaikan dari 31% menjadi 60%. Peningkatan paling tinggi pada level C6 (mencipta), yaitu dari 37% pada *pretest* dan menjadi 80% pada *posttest*. Presentase untuk nilai rata-rata tiap indikator *Higher Order Thinking Skills* pada kelas eksperimen dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Diagram Hasil Tes *Higher Order Thinking Skills*
Kelas Eksperimen

Ketercapaian indikator *Higher Order Thinking Skills* pada kelas kontrol mengalami peningkatan. Peningkatan nilai masing-masing indikator tidak lebih

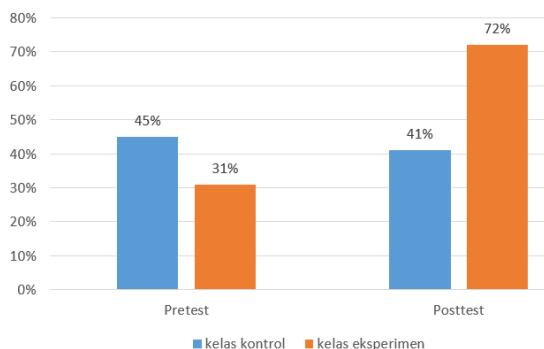
tinggi jika dibandingkan kelas eksperimen. Level C4 (menganalisis), rata-rata presentase *pretest* siswa adalah 37%, meningkat menjadi 47% pada *posttest*. Level C5 (mengevaluasi), nilai *pretest* sebesar 43% mengalami peningkatan menjadi 54% pada *posttest*. Level C6 (mencipta), siswa menunjukkan peningkatan dari 55% menjadi 62%. Presentase nilai rata-rata tiap indikator *Higher Order Thinking Skills* pada kelas kontrol dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Diagram Hasil Tes Higher Order Thinking Skills Kelas Kontrol

Rata-rata capaian *Higher Order Thinking Skills* pada saat *pretest* siswa di kelas kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan kelas eksperimen. Kelas kontrol memperoleh nilai rata-rata sebesar 45%, sedangkan kelas eksperimen hanya 31%, menunjukan bahwa kemampuan awal siswa di kelas kontrol lebih baik.

Terjadi perubahan pada hasil posttest. Kelas eksperimen menunjukkan peningkatan signifikan dengan rata-rata mencapai 72% sedangkan kelas kontrol hanya meningkat menjadi 41%. Presentase *pretest-posttest* rata-rata *Higher Order Thinking Skills* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Diagram Hasil Pretest dan Posttest Higher Order Thinking Skills Kelas Kontrol dan Eksperimen

b. Keterampilan Kolaborasi

Data deskriptif statistik *posttest* terhadap keterampilan kolaborasi siswa di kelas eksperimen sebesar 759,143 dengan standar deviasi sebesar 336,392 dan jumlah siswa sebanyak 35. Sedangkan kelas kontrol memiliki rata-rata *posttes* keterampilan kolaborasi sebesar 645,588 dengan standar deviasi 397,866 dan jumlah siswa sebanyak 34. Jika dilihat dari

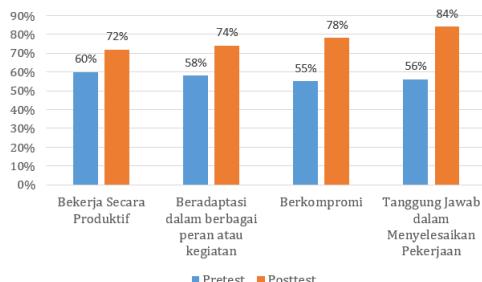
nilai rata-rata yang diperoleh, siswa kelas eksperimen menunjukkan *posttest* keterampilan kolaborasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa pada kelas kontrol. Standar deviasi pada kelas eksperimen lebih rendah dibandingkan kelas kontrol, yang berarti penyebaran nilai siswa di kelas eksperimen lebih homogen. Deskripsi statistika keterampilan kolaborasi lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil Statistika Deskriptif Keterampilan Kolaborasi

<i>Descriptive Statistics</i>			
<i>Dependent Variable: Posttest</i>			
Kelas	Mean	Std. Deviation	N
Kontrol	645.588	397.866	34
Eksperimen	759.143	336.392	35
Total	703.188	678.557	69

Keterampilan kolaborasi pada penelitian ini diukur menggunakan indikator dari Greenstein (2012) yang berjumlah 4 indikator yaitu bekerja secara produktif, beradaptasi dalam berbagai peran atau kegiatan, berkompromi, dan bertanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaan. Kelas eksperimen mengalami peningkatan rata-rata tiap indikator setelah dilaksanakan pembelajaran model *Problem Based Learning*.

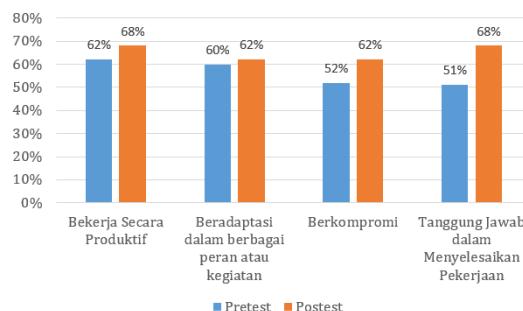
Indikator bekerja secara produktif, nilai pretest sebesar 60% meningkat menjadi 72% pada posttest. Indikator beradaptasi dalam berbagai peran atau kegiatan, nilai meningkat dari 58% menjadi 74%. Indikator berkompromi menunjukkan peningkatan yang signifikan dari 55% menjadi 78%. Indikator yang terakhir yaitu tanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaan, terjadi peningkatan tertinggi dari 56% menjadi 84%. Presentase untuk nilai rata-rata tiap indikator keterampilan kolaborasi pada kelas eksperimen dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Diagram Hasil Angket Keterampilan Kolaborasi Kelas Eksperimen

Ketercapaian indikator keterampilan kolaborasi pada kelas kontrol juga mengalami peningkatan. Peningkatan nilai masing-masing indikator tidak lebih tinggi jika dibandingkan kelas

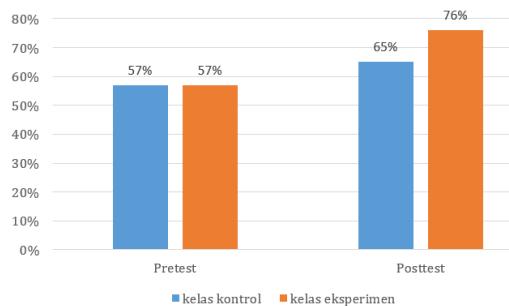
eksperimen. Indikator bekerja secara produktif, terjadi peningkatan dari 62% saat pretest menjadi 68% pada posttest. Indikator beradaptasi dalam berbagai peran atau kegiatan, menunjukkan peningkatan kecil, dari 60% menjadi 62%. Indikator berkompromi, terdapat peningkatan dari 52% menjadi 62%. Indikator yang terakhir yaitu tanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaan, terjadi peningkatan dari 51% menjadi 68%. Presentase nilai rata-rata tiap indikator keterampilan kolaborasi pada kelas kontrol dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Diagram Hasil Angket Keterampilan Kolaborasi Kelas Kontrol

Rata-rata nilai *pretest* kedua kelas menunjukkan nilai yang sama, yaitu sebesar 57%. Setelah proses pembelajaran, terjadi peningkatan nilai keterampilan

kolaborasi di kedua kelas. Nilai *posttest* kelas kontrol mengalami peningkatan dari 57% menjadi 65%. Nilai *posttest* kelas eksperimen mengalami peningkatan yang lebih tinggi, dari 57% menjadi 76%. Presentase *pretest-posttest* rata-rata keterampilan kolaborasi dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Nilai Keterampilan Kolaborasi

B. Analisis Data

1. Uji Prasyarat

a. Uji Normalitas

Perhitungan uji normalitas dilakukan menggunakan SPSS versi 25 melalui uji shapiro-wilk. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 4.9 HOTS dan Tabel 4.10 keterampilan kolaborasi

Tabel 4. 9 Hasil Uji Normalitas *Higher Order Thinking Skills*

Tests of Normality				
	Kelas	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pretest	kontrol	.954	34	.160
	eksperimen	.952	35	.128
Posttest	kontrol	.944	34	.084
	eksperimen	.956	35	.171

Berdasarkan Tabel 4.9 data *pretest* soal HOTS kelas kontrol, nilai signifikansi shapiro-wilk sebesar 0,160, sedangkan pada kelas eksperimen sebesar 0,128. Kedua nilai tersebut > dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data *pretest* pada kedua kelas berdistribusi normal. Data *posttest* soal HOTS, kelas kontrol memiliki nilai signifikansi shapiro-wilk sebesar 0,084 dan kelas eksperimen sebesar 0,171. Nilai signifikansi kedua kelas tersebut > 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data *posttest* soal HOTS pada kedua kelas berdistribusi normal.

Tabel 4. 10 Hasil Uji Normalitas Keterampilan Kolaborasi

Tests of Normality				
	Kelas	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pretest	Kontrol	.937	34	.052
	Eksperimen	.950	35	.115
Posttest	Kontrol	.945	34	.088
	Eksperimen	.948	35	.101

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

Berdasarkan Tabel 4.10 data *pretest* keterampilan kolaborasi kelas kontrol, nilai signifikansi shapiro-wilk sebesar 0,052, sedangkan pada kelas eksperimen sebesar 0,115. Kedua nilai tersebut $\geq 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa data *pretest* pada kedua kelas berdistribusi normal. Data *posttest* keterampilan kolaborasi, kelas kontrol memiliki nilai signifikansi shapiro-wilk sebesar 0,088 dan kelas eksperimen sebesar 0,107. Nilai signifikansi kedua kelas tersebut $\geq 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa data *posttest* keterampilan kolaborasi pada kedua kelas berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan menggunakan SPSS versi 25. Uji homogenitas yang digunakan adalah uji Levene's Test. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 4.11 HOTS dan Tabel 4.12 keterampilan kolaborasi.

Tabel 4. 11 Uji Homogenitas *Higher Order Thinking Skills*

<i>Levene's Test of Equality of Error Variances^a</i>			
<i>Dependent Variable: Posttest</i>			
F	df1	df2	Sig.
.022	1	67	.882

Berdasarkan Tabel 4.11 didapatkan uji homogenitas *Higher Order Thinking Skills* menunjukan nilai *pretest-posttest* pada kelas kontrol dan eksperimen dengan nilai signifikan $0,882 > 0,05$ maka data tersebut homogen.

Tabel 4. 12 Uji Homogenitas Keterampilan Kolaborasi

<i>Levene's Test of Equality of Error Variances^a</i>			
<i>Dependent Variable: Posttest</i>			
F	df1	df2	Sig.
.622	1	67	.433

Berdasarkan Tabel 4.12 didapatkan uji homogenitas keterampilan kolaborasi menunjukan nilai *pretest-posttest* pada kelas kontrol dan eksperimen dengan nilai signifikan $0,433 > 0,05$ maka data tersebut homogen.

2. Uji Hipotesis

Uji normalitas dan homogenitas menunjukan data normal dan homogen, maka dilanjutkan perhitungan uji hipotesis menggunakan uji ANCOVA. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14.

Tabel 4. 13 Uji ANCOVA *Higher Order Thinking Skills*

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Posttest					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9399.790 ^a	2	4.699.895	43.147	.000
Intercept	35.585.029	1	35.585.029	326.682	.000
Kelas	9.380.730	1	9.380.730	86.118	.000
Pretest	941.218	1	941.218	8.641	.005
Error	7.189.283	66	108.929		
Total	274.315.000	69			
Corrected Total	16.589.072	68			

a. R Squared = .567 (Adjusted R Squared = .553)

Berdasarkan Tabel 4.13 diketahui nilai signifikansi kelas sebesar $0,000 \leq$ dari $0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan model *Problem Based Learning* terhadap *Higher Order Thinking Skills*.

Tabel 4. 14 Uji ANCOVA Keterampilan Kolaborasi

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Posttest					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2223.900 ^a	2	1.111.950	80.906	.000
Intercept	1.284.096	1	1.284.096	93.432	.000
Pretest	.040	1	.040	.003	.957
Kelas	2.212.023	1	2.212.023	160.94 8	.000
Error	907.085	66	13.744		
Total	344.318.000	69			
Corrected Total	3.130.986	68			

a. R Squared = .710 (Adjusted R Squared = .702)

Berdasarkan Tabel 4.14 diketahui nilai signifikansi kelas sebesar $0,000 \leq$ dari $0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan model *Problem Based Learning* terhadap keterampilan kolaborasi.

C. Pembahasan

1. Pengaruh Model *Problem Based Learning* terhadap *Higher Order Thinking Skills* Siswa Kelas X

Analisis hasil uji ANCOVA diketahui bahwa nilai signifikansi yang didapatkan yaitu $0,000 \leq$ dari $0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari penerapan model PBL terhadap HOTS. Selain itu,

terdapat perbedaan HOTS antar kelas kontrol dengan kelas eksperimen setelah diberikan perlakuan, sama halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Selirowangi et al. (2024) dan Lespita et al. (2023) mengatakan bahwa model *Problem Based Learning* berpengaruh terhadap *Higher Order Thinking Skills* siswa.

Perbedaan HOTS antar kelas eksperimen dan kelas kontrol disebabkan oleh penerapan model PBL yang didukung LKPD. Penggunaan LKPD dalam kegiatan pembelajaran berbasis masalah dapat membantu guru maupun siswa. Guru dapat terbantu karena di dalam LKPD terdapat sintaks yang jelas, sehingga mempermudah dalam proses pembelajaran berlangsung. Pembelajaran lebih terarah dan bersifat *student center*. LKPD juga membantu memecahkan masalah siswa yang diberikan sehingga siswa paham dan lebih terarah dalam menyelesaiannya. Siswa juga menjadi lebih aktif untuk menemukan dan memahami konsep pembelajaran karena terbiasa berpikir secara rasional untuk memecahkan masalah secara efektif dan mandiri.

Hasil analisis *pretest-posttest Higher Order Thinking Skills* siswa kelas eksperimen mengalami

peningkatan pada semua indikator. Dapat dilihat pada Gambar 4.2. Peningkatan indikator paling tinggi yaitu menganalisis (C4) sebesar 45%, mengevaluasi (C5) meningkat sebesar 29%, dan menciptakan (C6) meningkat sebesar 43%.

Peningkatan indikator *Higher Order Thinking Skills* dapat dilatihkan pada siswa melalui tahapan model PBL, yang pertama melalui sintaks orientasi siswa pada masalah. Sintaks pertama ini, siswa pada kelas eksperimen disajikan masalah nyata berupa tayangan video dan artikel pencemaran air, udara dan tanah. Fase awal ini melibatkan siswa dengan masalah dunia nyata, memotivasi mereka untuk secara kritis menganalisis dan menilai informasi (Selirwangi et al., 2024).

Tahapan tersebut siswa menganalisis berbagai informasi untuk menentukan permasalahan utama. Masalah yang disajikan ke siswa menyebabkan siswa terbiasa untuk menganalisis berbagai informasi sehingga kemampuan HOTS meningkat dalam menganalisis (C4). Sejalan dengan penelitian Saraha et al., (2023), menunjukkan model PBL berorientasi HOTS mendorong siswa untuk berpikir tingkat tinggi dalam memecahkan masalah nyata, membangun

pengetahuan secara mandiri, dan mengintegrasikan pembelajaran dengan konteks kehidupan sehari-hari. Penemuan ini diperkuat oleh Susanto & Susanta (2022), yang menekankan bahwa melalui orientasi yang tepat, siswa dapat mengatur pembelajaran mereka sendiri, menerima bimbingan dalam investigasi, mengembangkan solusi, serta menilai kembali langkah-langkah pemecahan masalah yang telah mereka tempuh.

Sintaks kedua yaitu, mengorganisasi siswa untuk belajar. Siswa kelas eksperimen diberikan arahan oleh guru untuk mengerjakan LKPD dengan diskusi kelompok. Penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKPD) memfasilitasi bimbingan terstruktur, membantu siswa menavigasi topik yang kompleks dan meningkatkan keterampilan analitis siswa (Dewi et al., 2025). Tahap ini tidak hanya mendorong kolaborasi, tetapi juga menumbuhkan kemampuan mengevaluasi (C5), karena siswa harus mengevaluasi sumber daya yang dibutuhkan, strategi pemecahan masalah, dan membagi tanggung jawab kerja antar anggota kelompok. Hal ini sejalan dengan Arends (2012) menyatakan bahwa pengorganisasian siswa untuk belajar dalam PBL menciptakan peluang refleksi dan

perencanaan, yang merupakan dua elemen utama dalam HOTS.

Sintaks ketiga yaitu membimbing penyelidikan secara individu atau kelompok. Tahap ini, siswa kelas eksperimen mencari informasi dari artikel yang ada di orientasi masalah untuk menganalisis jawaban dari setiap pertanyaan LKPD berupa pertanyaan HOTS menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Proses ini dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta).

Penelitian oleh Anisah & Wahyu (2022) menunjukkan bahwa siswa yang terlibat dalam penyelidikan terpandu menunjukkan keterampilan analisis (C4) yang meningkat. Penelitian lebih lanjut oleh Hermawati & Safitri (2023) juga mengungkapkan bahwa siswa yang terpapar pada penyelidikan terpandu menunjukkan kemampuan evaluasi (C5) yang lebih baik, sebagaimana dibuktikan dengan peningkatan kinerja dalam penilaian HOTS. Hal ini sejalan dengan Fitriani et al., (2020) menyatakan bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi sangat terbentuk ketika siswa dituntut menafsirkan, mengkaji, dan menyimpulkan informasi dalam pembelajaran aktif seperti PBL.

Sintaks ke empat yaitu mengembangkan dan menyajikan hasil karya. Tahap ini, siswa kelas ekperimen mengembangkan dan mempresentasikan laporan sederhana berupa hasil LKPD di depan kelas. Tahap ini bertujuan untuk melatih siswa dalam menarik kesimpulan dari pemecahan masalah, menyampaikan informasi, serta merumuskan jawaban secara terampil berdasarkan hasil analisis.

Hal ini sejalan dengan penelitian Arviani et al., (2023), yang menunjukkan bahwa siswa yang mengembangkan laporan sederhana dan mempresentasikannya secara lisan dalam kegiatan PBL mengalami peningkatan signifikan pada level menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6) HOTS. Proses ini melatih siswa untuk mengolah data dan menarik kesimpulan berbasis bukti ilmiah. Penelitian oleh (Hermawati & Safitri (2023), proses presentasi tidak hanya memperkuat pemahaman siswa terhadap materi, tetapi juga mendorong mereka untuk berpikir secara kritis dan kreatif saat mengomunikasikan ide.

Sintaks ke lima yaitu menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, yang secara khusus berfokus pada peningkatan HOTS kognitif C4

(menganalisis) dan C5 (mengevaluasi). Setelah menyelesaikan presentasi, siswa pada kelas eksperimen diarahkan untuk merefleksikan keseluruhan proses pembelajaran. Proses refleksi ini mengajak siswa untuk secara kritis menelaah dan mengevaluasi solusi yang telah mereka temukan selama pembelajaran, sehingga kemampuan analitis dan evaluatif mereka terasah dengan baik. LKPD juga terdapat kolom untuk siswa mengevaluasi persamaan dan perbedaan pendapat antar kelompok yang telah dipresentasikan di depan kelas, sehingga menyebabkan kemampuan siswa terkait kemampuan menganalisis (C4) dan mengevaluasi (C5) HOTS meningkat.

Sejalan dengan penelitian Nanda et al. (2023) menyatakan integrasi refleksi pasca-presentasi dan evaluasi antar pendapat dalam LKPD mampu memperkuat keterampilan evaluasi siswa dalam konteks PBL. Selain itu, penelitian oleh Anisah dan Wahyu (2022) menegaskan bahwa keterlibatan siswa dalam proses refleksi dan evaluasi secara signifikan meningkatkan kemampuan analisis mereka.

Hasil analisis pada kelas kontrol menunjukkan peningkatan. Indikator C4 (menganalisis) mengalami

peningkatan 10%, C5 (mengevaluasi) mengalami peningkatan 11%, dan C6 (mencipta) mengalami peningkatan 7%. Dari ketiga indikator tersebut mengalami peningkatan, akan tetapi tidak tinggi jika dibandingkan dengan kelas eksperimen. Persentase indikator yang terjadi pada kelas kontrol disebabkan oleh proses pembelajaran yang menggunakan model *direct instruction*. Penggunaan model *direct instruction* mengakibatkan siswa kurang aktif karena proses pembelajaran lebih banyak terpusat pada guru. Keadaan ini mengakibatkan kepercayaan diri siswa pada kemampuan dirinya menjadi kurang berkembang. Temuan Sarwanto et al. (2021) yang sejalan juga menunjukkan bahwa dominasi model *direct instruction* dapat menghambat keterampilan HOTS terutama pada kemampuan analisis dan mengevaluasi.

Penggunaan LKPD yang penyusunannya hanya difokuskan untuk mencapai tujuan pembelajaran sehingga siswa tidak mendapatkan stimulus untuk meningkatkan HOTS. Siswa tidak dilatih untuk menganalisis permasalahan, mengevaluasi informasi, dan menciptakan solusi sehingga kemampuannya tidak berkembang. Selain itu, peserta didik tidak dilatih untuk berpikir analitis karena LKPD kelas kontrol tidak

dikonstruksikan dengan permasalahan nyata. Temuan Mubarok et al. (2024) sejalan dengan menyatakan LKPD HOTS perlu memuat soal analisis, evaluasi, dan kreasi, jika tidak kemampuan HOTS siswa tidak berkembang optimal.

2. Pengaruh Model *Problem Based Learning* terhadap Keterampilan Kolaborasi Siswa Kelas X

Analisis hasil uji ANCOVA, diketahui bahwa nilai signifikansi yang didapatkan sebesar $0,000 \leq$ dari 0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan terdapat pengaruh signifikan dari penerapan model PBL terhadap keterampilan kolaborasi siswa. Selain itu, terdapat perbedaan keterampilan kolaborasi kelas eksperimen dan kontrol setelah diberi perlakuan.

Perbedaan keterampilan kolaborasi antara kelas eksperimen dan kontrol disebabkan oleh penerapan model PBL yang didukung LKPD. Penggunaan LKPD dalam kegiatan pembelajaran berbasis masalah dapat membantu guru maupun siswa. Guru dapat terbantu karena di dalam LKPD terdapat sintaks yang harus ditempuh oleh siswa sehingga pembelajaran lebih terarah dan bersifat *student center*. LKPD berperan dalam membimbing

siswa dalam menyelesaikan masalah yang diberikan, sehingga proses pemecahan masalah menjadi lebih terstruktur. Siswa juga menjadi aktif dalam menemukan dan memahami konsep pembelajaran karena terbiasa berpikir rasional untuk memecahkan masalah secara efektif dan mandiri.

Hasil analisis *pretest-posttest* keterampilan kolaborasi, siswa kelas eksperimen mengalami peningkatan pada semua indikator. Dapat dilihat pada Gambar 4.5. Peningkatan indikator paling tinggi yaitu tanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaan sebesar 28%, bekerja secara produktif meningkat sebesar 12%, beradaptasi dalam berbagai peran atau kegiatan meningkat sebesar 16%, dan berkompromi meningkat sebesar 23%.

Peningkatan indikator keterampilan kolaborasi dapat dilatihkan pada siswa melalui sintaks model PBL sebagai berikut. Sintaks pertama dalam PBL adalah mengarahkan siswa pada permasalahan pembelajaran, dimulai dengan pengenalan masalah, lalu diikuti oleh siswa yang mengajukan pertanyaan terkait permasalahan tersebut. Tahapan ini belum melibatkan kegiatan kelompok, jadi siswa belum

terlatih dalam mengembangkan keterampilan kolaborasi.

Sintaks kedua PBL yaitu, mengorganisasi siswa untuk belajar. Tahapan ini, guru membagi siswa ke dalam beberapa kelompok 5 sampai 6 anggota tiap kelompok. Siswa diberikan arahan dalam pengerjaan LKPD untuk menganalisis faktor penyebab terjadinya pencemaran. Tahap ini siswa mulai terlatih dengan indikator keterampilan kolaborasi, yaitu beradaptasi dalam berbagai peran atau kegiatan, dan berkompromi.

Indikator beradaptasi dalam berbagai peran atau kelompok dapat dilihat dalam siswa siap bekerja dengan anggota kelompok yang telah disepakati. Indikator berkompromi dapat dilihat dalam siswa mampu membagi peran pekerjaan untuk mencari solusi pemecahan masalah, dapat menunjukkan sikap terbuka menerima saran dan kritik serta tidak memaksakan kehendak pribadi. Temuan ini sejalan dengan Zhang et al. (2023) yang menunjukan bahwa kesadaran kognitif dan sosial dalam kelompok dibangun melalui pembagian peran yang jelas, secara signifikan dapat meningkatkan kualitas kolaborasi PBL. Selain itu penelitian oleh Asri et al. (2024)

menegaskan bahwa siswa yang terlibat dalam pembagian peran dalam kelompok menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan berkompromi, di mana siswa belajar untuk menerima saran dan kritik dari anggota kelompok lain yang memperkuat keterampilan kolaborasi.

Sintaks ketiga yaitu membimbing penyelidikan secara individu atau kelompok. Siswa kelas eksperimen pada tahap ini menganalisis faktor penyebab pencemaran lingkungan dengan menyelidiki kasus nyata yang disajikan melalui LKPD. Tahapan ini melatihkan semua indikator keterampilan kolaborasi. Penelitian oleh Lutfiah et al. (2023) menunjukkan bahwa penerapan model PBL secara signifikan meningkatkan keterampilan kolaborasi dengan mendorong siswa untuk bekerja bersama, sehingga secara efektif melatih semua indikator keterampilan kolaborasi.

Indikator bekerja secara produktif dilatihkan dengan siswa mampu menyelesaikan tugas dengan efisien, mampu berkontribusi secara aktif dan mampu menunjukkan inisiatif dalam menyelesaikan pekerjaan (Winaryati & Munsarif, 2021). Indikator beradaptasi dalam berbagai peran dapat dilatih dengan siswa

mampu menjalankan peran dalam tim, menerima tantangan dan perubahan, dan mampu menyesuaikan diri dengan tim. Selain meningkatkan kemampuan personal, proses ini turut memperkuat sinergi antar anggota kelompok, yang merupakan komponen penting dalam pembelajaran berbasis kolaborasi (Alfin et al., 2019).

Indikator berkompromi dapat dilatih dengan siswa mampu mendengar, mempertimbangkan pendapat anggota kelompok, mampu mencari solusi, Menunjukkan sikap menerima saran dan kritik dengan lapang dada tanpa memaksakan kehendak sendiri. Indikator menunjukkan sikap tanggung jawab dapat ditunjukan dengan siswa dapat memenuhi tugas sesuai dengan peran, menunjukkan komitmen menyelesaikan tugas, memberi dukungan serta mengakui kesalahan dan berusaha memperbaikinya. Temuan ini sejalan dengan Rahmawati et al. (2021) yang menunjukan bahwa penerapan PBL secara signifikan meningkatkan kolaborasi siswa, karena siswa secara aktif dilibatkan dalam investigasi kelompok, pembagian peran, dan manajemen tugas kolaboratif.

Sintaks keempat yaitu mengembangkan dan menyajikan hasil karya. Siswa kelas eksperimen

mengembangkan dan menyajikan laporan sederhana berupa hasil LKPD di depan kelas. Tahap ini memperkuat semua indikator pada keterampilan kolaborasi.

Indikator bekerja secara produktif dilatih dengan presentasi di depan kelas secara efisien dan tepat waktu. Peningkatan indikator kolaborasi juga melalui kemampuan siswa dalam beradaptasi, yang terlihat dari pergantian dan pembagian peran saat menyajikan hasil diskusi; berkompromi, saat siswa mampu memberi dan menerima umpan balik antar kelompok secara konstruktif; serta bertanggung jawab, ketika siswa mempertanggungjawabkan isi dan penyampaian presentasi kelompoknya secara aktif dan terbuka. Temuan ini sejalan dengan Mandalika et al. (2024) yang menemukan bahwa PBL melalui presentasi dan diskusi kelompok signifikan meningkatkan semua aspek kolaborasi, termasuk produktivitas, adaptasi, kompromi, dan tanggung jawab siswa. Alfin et al. (2019) juga menegaskan bahwa keterlibatan siswa dalam presentasi sebagai bagian dari PBL tidak hanya meningkatkan kemampuan produktif mereka, tetapi juga memperkuat kerjasama antar anggota kelompok. Hasil

yang mendukung juga diperoleh oleh Tambunan dan Susianna (2024) yang menemukan bahwa sintaks keempat PBL, mampu meningkatkan empat indikator keterampilan kolaborasi secara nyata, yang ditunjukkan melalui peningkatan nilai rata-rata kolaborasi dari 73,00 menjadi 90,97.

Sintaks kelima dalam model PBL, yaitu menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, dilaksanakan melalui kegiatan refleksi setelah siswa menyelesaikan presentasi kelompok. Tahap ini, siswa kelas eksperimen diminta untuk meninjau kembali jalannya proses pembelajaran, mengevaluasi efektivitas kerja tim, serta menilai kekuatan dan kelemahan dari strategi penyelesaian masalah yang telah digunakan. LKPD disediakan kolom khusus yang mengarahkan siswa untuk mengevaluasi persamaan dan perbedaan pendapat antar kelompok yang telah mempresentasikan hasil diskusinya. Aktivitas ini melatihkan seluruh indikator keterampilan kolaborasi.

Indikator tanggung jawab diasah saat siswa secara reflektif mengevaluasi peran dan kontribusi masing-masing anggota kelompok. Indikator kompromi dilatih melalui penerimaan dan pemberian

masukan antar kelompok secara konstruktif. Adaptasi ketika siswa menyesuaikan kembali peran dan strategi kerja setelah proses evaluasi bersama. Sedangkan produktivitas diperkuat melalui perbaikan dan penyusunan rencana kerja kelompok yang lebih efisien berdasarkan hasil refleksi.

Temuan ini sejalan dengan Chiriac (2024) yang menegaskan bahwa refleksi individu dan kelompok dalam PBL mampu meningkatkan evaluasi diri dan kolaboratif secara signifikan, karena siswa didorong menilai kontribusi individual dan proses kelompok secara sistematis. Hal ini diperkuat oleh Nugraha dan Setiawan (2024) yang menyatakan bahwa model PBL mendukung keterampilan kolaborasi menjadi meningkat melalui cara kegiatan diskusi dalam memecahkan permasalahan, kompromi pada pengambilan keputusan, tanggung jawab akan tugas yang diberikan, fleksibilitas antar teman, dan berkomunikasi dalam bekerja kelompok. Tahapan ini secara nyata memperlihatkan bahwa implementasi sintaks refleksi dalam PBL berperan krusial dalam mengasah dan meningkatkan seluruh indikator keterampilan kolaborasi siswa secara terpadu.

Hasil analisis pada kelas kontrol menunjukkan peningkatan juga pada tiap indikator, dapat dilihat pada Gambar 4.5. Peningkatan pada kelas kontrol tidak setinggi pada kelas eksperimen yaitu pada indikator tanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaan mengalami peningkatan sebesar 17%. Indikator bekerja secara produktif sebesar 6%. Indikator beradaptasi dalam berbagai peran atau kegiatan juga mengalami peningkatan sebesar 2%. Indikator berkompromi juga mengalami peningkatan sebesar 10%.

Kelas kontrol juga mengalami sedikit peningkatan, hal ini tidak signifikan dan cenderung tidak merata. Faktor penggunaan model *direct instruction* membuat siswa hanya menjadi pendengar pasif, sehingga aktivitas kolaboratif sulit berkembang. LKPD yang digunakan tidak berbasis masalah nyata, melainkan hanya berisi tugas latihan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Selain itu, minimnya interaksi sosial menyebabkan siswa tidak terbiasa bekerja secara tim, berdiskusi, atau memecahkan konflik dalam kelompok. Penelitian Tanjung et al. (2025) yang sejalan juga menyatakan bahwa model pembelajaran *teacher-centered* seperti *direct instruction* kurang

efektif dalam menumbuhkan kemampuan kolaborasi siswa SMA, karena siswa tidak dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran.

Didukung dengan adanya hasil observasi keterampilan kolaborasi yang dilakukan oleh guru observer menunjukkan bahwa siswa di kelas eksperimen lebih aktif dalam berdiskusi, saling membantu menyelesaikan tugas, dan menunjukkan inisiatif tinggi dibandingkan siswa di kelas kontrol. Untuk mempermudah identifikasi saat observasi, siswa mengenakan mahkota bernomor absen, sehingga penilaian setiap indikator lebih akurat.

Sebaliknya, di kelas kontrol, aktivitas kolaboratif cenderung pasif, terbatas pada siswa-siswa tertentu yang dominan. Hal ini disebabkan proses pembelajaran yang berpusat pada guru (*teacher-centered*) menggunakan model *direct instruction*. Model ini menyebabkan rendahnya partisipasi, tidak tumbuhnya kepercayaan diri, serta minimnya interaksi sosial, yang sangat memengaruhi keterampilan kolaborasi siswa (Tanjung et al., 2025).

D. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian yang telah dilakukan yaitu pelaksanaan penelitian bertepatan dengan waktu menjelang asesmen akhir semester, sehingga menyulitkan pengkondisian siswa secara optimal. Situasi ini mengakibatkan suasana belajar di kelas menjadi kurang kondusif selama pelaksanaan penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berpengaruh signifikan terhadap *Higher Order Thinking Skills* siswa kelas X materi perubahan lingkungan ditunjukkan dengan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$, sehingga H1 diterima. Nilai *posttest* yang diperoleh kelas eksperimen sebesar 72% nilai ini meningkat sebesar 41% dibanding dari nilai *pretest*. Hal tersebut terjadi karena indikator HOTS dapat dilatih menggunakan model PBL.
2. Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berpengaruh signifikan terhadap keterampilan kolaborasi siswa kelas X materi perubahan lingkungan ditunjukkan dengan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$, sehingga H1 diterima. . Nilai *posttest* yang diperoleh kelas eksperimen sebesar 76% nilai ini meningkat sebesar 19% dibanding dari nilai *pretest*. Hal tersebut terjadi karena indikator keterampilan kolaborasi dapat dilatih menggunakan model PBL.

B. Implikasi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disajikan implikasi teoritis dan praktis dari temuan ini dapat disajikan sebagai berikut.

1. Implikasi Praktis

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pendidik yang ingin menerapkan model *Problem Based Learning* sebagai alternatif strategi pembelajaran dalam upaya mengembangkan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dan keterampilan kolaboratif siswa, khususnya dalam konteks pembelajaran biologi.

2. Implikasi Teoritis

Perlu diadakan kajian lanjut yang lebih mendalam untuk mengeksplorasi pengaruh jangka panjang dari penerapan model *Problem Based Learning* terhadap kemampuan *Higher Order Thinking Skills* siswa. Penelitian tersebut diharapkan mampu memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan model pembelajaran yang efektif dan berkelanjutan.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Bagi peneliti yang akan menerapkan model PBL sebagai alternatif pembelajaran yang dapat mengembangkan HOTS dan keterampilan kolaborasi siswa, disarankan untuk menerapkan pada materi yang relevan dan kontekstual, seperti perubahan lingkungan. Untuk mendukung efisiensi waktu dan keberhasilan proses pembelajaran, guru perlu menguasai materi secara menyeluruh sebelum melaksanakan pembelajaran.
2. Guru perlu memahami dan menerapkan seluruh sintaks PBL secara konsisten pada setiap pertemuan. Pelaksanaan sintaks secara utuh akan mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran dan secara optimal melatih *Higher Order Thinking Skills* serta keterampilan kolaborasi siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Afikah, A., Rohaeti, E., Jumadi, J., & Perdana, R. (2023). Student's higher-order thinking skills and collaboration skills in online learning during pandemic. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(1), 23–33. <https://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.23797>
- Alam, S. (2019). Higher Order Thinking Skills (HOTS): Kemampuan Memecahkan Masalah, Berpikir Kritis dan Kreatif Dalam Pendidikan Seni Untuk Menghadapi Revolusi Industri 4.0 pada Era Society 5.0. *Seminar Nasional Pascasarjana*, 2(1), 790–797. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/view/372>
- Alfin, J., Fuad, A. Z., Nur, M., & Yuanita, Leny, Prahani, B. K. (2019). Development of Group Science Learning (GSL) Model to Improve the Skills of Collaborative Problem Solving , Science Process , and Self- Confidence of Primary Schools Teacher Candidates. *International Journal of Instruction*, 12(1), 147–164.
- Alves, R. R., & Filho, F. dos S. A. (2024). Problem-based learning (PBL) in high education. *Quaestio - Revista de Estudos Em Educação*, 26, e024005.
- Anand, P., & Lui, B. (2019). Developing 21St Century Intercultural and Collaborative Competencies Through Transformative Internationalisation Projects: a Post Neo-Colonialism Approach. *International Conference Educational Technologies*, 176–180. https://doi.org/10.33965/icedutech2019_201902c004

- Ananda, A., Sulasteri, S., Angriani, A. D., & Kusumayanti, A. (2023). Pengembangan Instrumen Tes Tipe Higher Order Thinking Skills (HOTS) Pokok Bahasan Bangun Ruang Sisi Datar. *Journal of Islamic Education*, 5(2), 114–122.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). Blooms Taxonomy Revised - Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy. In *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Andri, A. M., Suripti, S., Yulistania, T., Ahmad, T. L. S., & Muntamah, L. (2020). *Modul Pembelajaran Biologi: Bioteknologi*. 1–71.
- Andriyatno, I., Zulfiani, Z., & Mardiaty, Y. (2023). Higher Order Thinking Skills: Student Profile Using Two-Tier Multiple Choice Instrument. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 3(1), 111–124. <https://doi.org/10.53889/ijses.v3i1.79>
- Angkalawi, T. N. H. (2023). *Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Kemampuan Literasi Sains Siswa Pada Pembelajaran Biologi Kelas XI [Skripsi]*. <https://doi.org/10.55115/widyacarya.v6i2.2259>
- Anisah, G., & Wahyu, D. D. R. (2022). Pengaruh Metode Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Hots) Pada Adab Bermedia Sosial. *Jurnal Pendidikan Dan Kajian Keislaman*, 04(1), 36–54.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach*. McGraw-Hill.
- Arifah, U. M. I. (2023). *Pengaruh Problem Based Learning Terintegrasi Potensi Lokal Terhadap Literasi Sains dan*

Higher Order Thinking Skill Pada Pembelajaran Biologi Kelas XI SMA [Skripsi]. UIN Walisongo Semarang.

Arifin, Y., Zarkasih, & Sirait, A. L. (2024). The Problem Based Learning (PBL) model improves learning outcomes for Class X students at SMA Negeri 1 Kualuh Leidong. *Journal of General Education Science, 1Sri Pamun*(2), 109–117.

Arviani, F. P., Wahyudin, D., & Dewi, L. (2023). The Effectiveness of Problem Based Learning Model in Improving Students' Higher Order Thinking Skills. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 12(4), 627–635. <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v12i4.65606>

Ary, D., & Jacobs, L. C. (2015). *Introduction to Research in Education.*

As"ad, M. C., Sulistyarsi, A., & Sukirmawati, J. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dengan Pendekatan Teaching at the Right Level (TaRL) dalam Meningkatkan Hasil Belajar kognitif Siswa kelas X pada Materi Inovasi Teknologi Biologi SMA. *EduInovasi: Journal of Basic Educational Studies*, 4(1), 76–85. <https://doi.org/10.47467/edui.v4i1.4366>

Asri, I. H., Jampel, I. N., Putu Arnyana, I. B., Suastra, I. W., & Nitiasih, P. K. (2024). Profile of Problem Based Learning (PBL) Model in Improving Students' Problem Solving and Critical Thinking Ability. *KnE Social Sciences*, 2024, 769–778. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i2.14898>

Asri, I. H., Lasmawan, I. W., & Suharta, I. G. P. (2023). Kompetensi Abad 21 Sebagai Bekal Menghadapi Tantangan Masa Depan. *Kappa Journal*, 7(1), 97–107. <https://doi.org/10.29408/kpj.v7i1.12999>

- Aulia, H. R., Laeli, A. F., & Ulwiyah, S. (2023). Problem Based Learning As a Method To Improve Senior High School Student'S Reading Comprehension in English. *ELTR Journal*, 7(2), 77–85. <https://doi.org/10.37147/eltr.v7i2.171>
- Azura, R. M., & Selaras, G. H. (2023). Penerapan Problem Based Learning dalam Meningkatkan Hasil Belajar dan Cara Berpikir Kritis Siswa SMA pada Pelajaran Biologi. *Anwarul*, 3(4), 697–709. <https://doi.org/10.58578/anwarul.v3i4.1305>
- Bagiyono. (2017). Analisis Tingkat Kesukaran dan Daya Pembeda Butir Soal Ujian Pelatihan Radiografi Tingkat 1. *Jurnal Widyanuklida*, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.2307/40202478>
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem Based Learning : An Approach to Medical Education*. Comany, Inc.
- Cahayu, S. A., Siburian, J., & Hamidah, A. (2024). The Effect of Problem Based Learning (PBL) Model Based on Local Wisdom to Improve Students ' Critical Thinking Skills. *Integrated Science Education Journal*, 5(2), 82–90. <https://doi.org/10.37251/isej.v5i2.985>
- Cahyaningsih, U., & Ghufron, A. (2016). The effects of the implementation of the problem-based learning model on the creativity and critical thinking skills in mathematics learning. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 6(1), 104–115.
- Chen, R. (2024). Exploring the Effectiveness of Problem-Based Learning as a Constructivist Approach in Enhancing Critical Thinking Skills in High School Classes. *Research and Advances in Education*, 3(4), 26–32. <https://doi.org/10.56397/RAE.2024.04.05>

- Cheng, K., Kaur, C., & Singh, S. (2024). Metasynthesis of Strategies Mode for Activating Higher Order Thinking Skills (HOTs) of University Students. *Journal of Education and Educational Research*, 8(2), 133–139.
- Chiriac, E. H. (2024). Individual Reflection Papers as a Means to Support Individual Assessment in Group Examinations in Problem-Based Learning. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 12(1), 141–153. <https://doi.org/10.54337/ojs.jpblhe.v12i1.8428>
- Creswell, J. W. (2015). Research Design: Pendekatan Kulaitatif, Kuantitatif dan Mixed. *Pustaka Pelajar*, 383.
- Dewi, I. A. C., Arief, Z. A., Hartono, R., & Rufii. (2025). Efforts to Improve Higher Order Thinking Skills (HOTS) through the Role of Problem- Based Learning (PBL) To cite this article : Efforts to Improve Higher Order Thinking Skills (HOTS) through the Role of Problem-Based Learning (PBL). *International Journal on Studies in Education*, 7(1), 76–88.
- Dewi, I. S., & Ningtyas, F. W. (2024). Application of the Problem-Based Learning Model to Improve Student Learning Outcomes in Biology Subjects. *Journal of Science Education and Application (SEAJ)*, 6(1), 9–19.
- Dharin, A., Lestari, I. A., & Siswadi, S. (2023). Communication and Collaboration Ability Through STEAM Learning Based Project Based Learning (PjBL) Grade V Elementary School. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 2632–2637. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.3255>
- Dinni, H. N. (2018). HOTS (High Order Thinking Skills) dan kaitannya dengan kemampuan literasi matematika. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 170–

176.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/19597>
- Erviani, I., Hambali, H., & Thahir, R. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Tgt (Team Games Tournament) Berbantuan Media Kokami Terhadap Keterampilan Kolaborasi Siswa. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 2(3), 30–38.
<https://doi.org/10.51574/jrip.v2i3.680>
- Fadhlil, M. (2017). Manajemen Peningkatan Mutu Pendidikan. *Tadbir: Jurnal Studi Manajemen Pendidikan*, 1(2), 215.
<https://doi.org/10.29240/jsmp.v1i2.295>
- Fadila, P. S. N., Arsih, F., Selaras, G. H., & Alberida, H. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Tentang Materi Biologi Untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah: Literature Review. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 7(2), 347–354. <https://doi.org/10.30601/dedikasi.v7i2.3529>
- Febriany, F. S., Risdiany, H., Dewi, D. A., & Furnamasari, Y. F. (2021). Implikasi Model Pembelajaran VCT (Value Clarification Technique) dalam Meningkatkan Kesadaran Nilai Moral pada Pembelajaran PKn di SD Farah Sabilla Febriany 1 , Hani Risdiany 2 , Dinie Anggraeni Dewi 3 , Yayang Furi Furnamasari 4. *JURNALBASICEDU*, 5(6), 5050–5057.
- Firman, Nur, S., Aldi, M., & Taim, S. L. (2023). Analisis Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA pada Pembelajaran Biologi. *Diklabio: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi*, 7(1), 82–89.
- Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H., & Al Muhdhar, M. H. I.

- (2020). PBLPOE: A learning model to enhance students' critical thinking skills and scientific attitudes. *International Journal of Instruction*, 13(2), 89–106. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.1327a>
- Gendenjamts, S. (2023). Measuring Higher-Order Thinking Skills in Science Among Primary School Students Using Item Response Theory. *European Journal of Education Studies*, 10(12), 19–28. <https://doi.org/10.46827/ejes.v10i12.5089>
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21sCentury Skilss: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. california: corwin.
- Gusti, U. A., Hidayat, T., Hamidah, N., & Sriyati, S. (2023). Tren Penelitian Pembelajaran Biologi Berbasis Citizen Science Untuk Melatihkan Keterampilan Abad 21. *Edusains*, 15(2), 112–123. <https://doi.org/10.15408/es.v15i2.35199>
- Hadir. (2021). *Strategi Pembelajaran : Problem Based Learning dan Peningkatan Kemampuan Berfikir Reflektif dan Berfikir Kritis dalam Bidang Studi Sains* (Neti Eliyati (ed.)). CV. Pusdikra Mitra Jaya.
- Hala, Y., MF, A. F., & Aziz, A. A. (2023). UJI KEVALIDAN INSTRUMEN TES BERORIENTASI HIGHER ORDER THINKING SKILL (HOTS) PADA MATERI SISTEM EKSKRESI KELAS XI SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 329–333.
- Hamdani, A. D., Nurhafsah, N., & Rustini, T. (2022). Pengaruh Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) dalam Pembelajaran IPS terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) pada Siswa Sekolah Dasar. *Journal on Education*, 05(01), 460–468.

- Hardiyanti, P., Saputra, A. D., & Mardianto, D. (2016). Implementation of the Project-Based Learning (PjBL) Learning Model in Observing Learning Styles and Improving Product Results in Biology Learning at SMAS Sultan Iskandar Muda Medan. *Journal Homepage*, 5(2), 1–23.
- Hartianingsih, A., Mulyaningrum, E. R., & Setiyono, R. (2024). Penggunaan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Komunikasi dan Kolaborasi Peserta Didik Kelas X. *Jurnal Pendidikan Guru Profesional*, 2(1), 31–43.
- Hayati, H. S., & Asrizal, A. (2023). Need Analysis to Develop Global Warming e-Module Integrated Problem Bases Learning Model to Improve Students' 21st Century Skills. *Physics Learning and Education*, 1(2), 108–116. <https://doi.org/10.24036/ple.v1i2.23>
- Hendarwati, E., Nurlaela, L., & Bachri, B. S. (2021). The collaborative problem based learning model innovation. *Journal of Educational and Social Research*, 11(4), 97–106. <https://doi.org/10.36941/jesr-2021-0080>
- Hendrika, T. P. (2023). *Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Higher Order Thinking Skills dan Self Regulation Peserta Didik Kelas XI SMA* [Skripsi]. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/9085> <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/download/9085/3729>
- Hermawati, L., & Safitri, S. (2023). Pengaruh Pelaksanaan Pembelajaran Berbasis Hots (Higher Order Thinking Skills) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Sejarah Sma [the Implementation of Hots-Based Learning (Higher Order

- Thinking Skills) on Students' Criti. *Polyglot: Jurnal Ilmiah*, 19(2), 28. <https://doi.org/10.19166/pji.v19i2.6089>
- Hidayah, S. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *Jurnal Ilmu Pendidikan Matematika*, 9(2), 536–545. <https://doi.org/10.31004/sicedu.v1i2.60>
- Hidayati, A. R., Fadly, W., & Ekapti, R. F. (2021). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA Materi Biotehnologi. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(1), 34–48.
- Indriwati, S. E., Susilo, H., & Hermawan, I. M. S. (2019). Improving students' motivation and collaborative skills through Remap Jigsaw learning combined with modelling activities. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(2), 177–184. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i2.7888>
- Isbandiyah, S., & Sanusi, A. (2019). Modul Penyusun Soal Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thinking Skills). *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14.
- Jihannita, J., Prasetyo, Z. K., & Wilujeng, I. (2023). How to Prepare HOTS to Face the 21st Century? *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 486–492. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.2847>
- Karadem, Z. G., & Ongun, M. Y. (2023). Developing Higher Level Thinking Skills in Teaching Mathematics from the Perspective of Mathematics Teachers *. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 10(1), 89–117.
- Kemendikbudristek. (2022). *Badan Standar, Kurikulum dan*

- Asesmen Pendidikan (pp. 206–212).
- Khoiri, N. (2015). Metodologi Penelitian Pendidikan Ragam, Model & Pendekatan. *SEAP (Southeast Asian Publishing)*, 10(3), 5–200.
- Kotsonis, A. (2022). Educating for Collaboration: A Virtue Education Approach. *Ethics and Education*, 17(3), 311–323. <https://doi.org/10.1080/17449642.2022.2111485>
- Kulle, H. (2016). Nilai-nilai Tarbawi dalam Surah Al-Mujadalah Ayat 11.pdf. In *Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar Keislaman: Vol. IV* (pp. 1–66).
- Kumala, S. A., Wahyuni, S. E., Amelina, A., & Suhamranto, P. (2023). Peningkatan Pembelajaran Fisika Melalui Motivasi Dan Pengembangan Modul Berbasis Soal Hots (Higher Order Thinking Skills). *Kapas: Kumpulan Artikel Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 24–31. <https://doi.org/10.30998/ks.v2i1.1820>
- Le, S. K., Hlaing, S. N., & Ya, K. Z. (2022). 21st-century competences and learning that Technical and vocational training. *Journal of Engineering Researcher and Lecturer*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.58712/jerel.v1i1.4>
- Lespita, E., Purwanto, A., & Syarkowi, A. (2023). Application of Problem Based Learning Model Assisted by Augmented Reality Media to Improve Students' High Order Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.26618/jpf.v11i1.9069>
- Lian, L. H. (2023). Assessment of Higher-Order Thinking Skills: Is it Simply Determined by Verbs? *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(2), 798–807.

<https://doi.org/10.6007/ijarped/v12-i2/16719>

- Lutfiah, E., Arara, F. B., Arswida, F., & Saputra, R. A. (2023). *Problem Based Learning : Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi Siswa*. 2(4), 1112–1118.
- Mandalika, W. P. F., Srihastuti, W., & Syahrizal, I. (2024). Implementation of Problem-Based Learning to Improve Collaboration Skills in Grade 4 Elementary School Students. *Mimbar Sekolah Dasar*, 11(1), 121–136. <https://doi.org/10.53400/mimbar-sd.v11i1.68905>
- Martin, P. C. (2014). Stumped by Student Needs : Factors in Developing Effective Teacher Collaboration Stumped by Student Needs : Factors in Developing Effective Teacher Collaboration. *Electronic Journal for Inclusive Education*, 3(2), 2–30.
- Meza, L. C. F., Farfán-, J. F., García-riveros, J. M., & Rosa, A. (2021). Emotional intelligence and collaborative work in high school students: theoretical analysis. *International Journal of Environmental, Sustainability, and Social Sciences*, 9644(2018), 88–93.
- Mubarok, M. S. A., Rohmah, U. S., Wijayanti, A., Nurhalimah, S., Anggraini, R., & Dewanti, S. S. (2024). Analisis Kelayakan LKPD Berbasis HOTS untuk Memfasilitasi Peserta Didik pada Materi SPLDV. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 667–684. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.1980>
- Musyaddad, M., Sinaga, F. P., & Oktavia, S. W. (2024). Analisis Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Fisika Di Smam Titian Teras Kabupaten Muaro Jambi. *Education Sciences*, 1(2), 48–65.

- Nainggolan, W. A., Sipahutar, M., Ramadhani, N. A., Thania, O. E., & Tanjung, I. F. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Genetika di MAS 1 Yaspi Labuhan Deli. *Biodik*, 9(1), 79–86. <https://doi.org/10.22437/bio.v9i1.19206>
- Nanda, A. D., Hasan, R., Sukri, A., Lukitasari, M., & Rivera, A. T. (2023). Reinforcement analyze and evaluate of higher-order thinking skills using problem-based learning in ecosystem material. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 492–499. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.28604>
- Nazeef, N. M., Khan, A., & Ali, J. (2024). Impact of Collaborative Learning on Student's Academic Performance in Teacher's Education Program. *Journal of Asian Development Studies*, 13(1), 1054–1068. <https://doi.org/10.62345/jads.2024.13.1.87>
- Nugraha, R. A., & Setiawan, B. (2024). ANALISIS KETERAMPILAN KOLABORASI PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN MODEL PBL (PROBLEM BASED LEARNING) BERBASIS KEARIFAN LOKAL. *PENSA E-JURNAL : PENDIDIKAN SAINS*, 12(2), 59–63.
- Nuraydah, D. S., Hariani, L. S., & Widjiastuti, V. Y. (2023). Peningkatan Keterampilan Kolaboarsi dan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning dengan Media Video Pada Materi Alat Pembayaran Non Tunai. *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, Dan Pengelolaan Pendidikan*, 3(6), 514–525. <https://doi.org/10.17977/um065v3i62023p514-525>
- Nurfatimah, S. A., Hasna, S., & Rostika, D. (2022). Membangun Kualitas Pendidikan di Indonesia dalam Mewujudkan

- Program Sustainable Development Goals (SDGs). *Jurnal Basicedu*, 6(4), 6145–6154.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3183>
- Nurjanah, M., Fauzia, F., & Fatonah, S. (2021). Implementasi Lots Dan Hots Pada Soal Tema 3 Kelas 1 Mi/Sd. *Jurnal Evaluasi Dan Pembelajaran*, 3(2), 70–79.
<https://doi.org/10.52647/jep.v3i2.36>
- Nursaadah, A., & Rodiyana, R. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Sebagai Keterampilan Menulis Deskripsi Siswa Pada Abad 21. *Buletin Ilmiah Pendidikan*, 2(1), 92–100.
<https://doi.org/10.56916/bip.v2i1.429>
- Oktavia, S. W., Siburian, J., Hakim, M. A. R., Jambi, U., & Info, A. (2024). LITERATURE REVIEW: THE IMPACT OF PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) MODEL ON STUDENTS' COLLABORATION SKILLS IN 21ST CENTURY SCIENCE EDUCATION. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(3), 306–312.
<https://doi.org/10.59052/edufisika.v9i3.38996>
- Paramitha, W. A., Hartadiyati, E., Haryanti, W., & Hastutiningsih, T. (2024). Analisis Penggunaan Problem Based Learning Dalam Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Keaktifan. *Jurnal Pendidikan Guru Profesional*, 2(1), 63–76.
- Pervez, K., Muhammad, Y., & Waqar, Y. (2022). Higher-order thinking : An analysis of the prescribed versus tested Curricula in private secondary schools in Pakistan. *Journal of Social Science Advancement*, 3(3), 165–175.
- Puspita, A., Azis, A., Arsyad, M., dan Kepulauan, P., Jurusan Biologi, D., Negeri Makassar, U., & Jurusan Fisika, D.

- (2023). *Higher Order thinking Skill (HOTS) dan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Melalui Model Project Based-Learning pada materi Perubahan Lingkungan.* 510–529.
- Rahmawati. (2023). *Panduan pembuatan instrumen soal hots.* 1–96.
- Rahmawati, D. N., Surtikanti, H. K., & Riandi, R. (2024). An examination of the potential of STEM-based biology learning for improving higher order thinking skills. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.17509/ajbe.v7i1.65479>
- Rahmawati, D. U., Jumadi, & Ramadan, E. M. (2021). Problem-Based Blended Learning: The Impacts on Students' Collaborative Skills. *Proceedings of the 7th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS 2020)*, 528(Icriems), 492–499. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210305.072>
- Rifai, M., Utomo, D. H., Astina, I. K., & Suharto, Y. (2023). Pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap hasil belajar siswa berbasis penilaian autentik. *Jurnal Integrasi Dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 3(7), 753–759. <https://doi.org/10.17977/um063v3i72023p753-759>
- Royhanah. (2022). Pengaruh Model Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Higher Order Thinking Skills (Hots) Peserta Didik Pada Materi Koloid. *Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 1–270. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/61877>
- Rusman, A. (2024). Problem-Based Learning Model in Learning

Islamic Religious Education (Study of Religious Character) Bosowa Bina Insani Bogor Junior School. *International Journal of Economics, Management, Business and Social Science*, 4(1), 18–25.

Saraha, A. R., Abu, S. H. N., & Ardiansyah, D. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berorientasi Higher Order Thinking Skills (HOTS) Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMA Negeri 2 Halmahera Selatan Pada Materi Koloid. *Edukasi*, 21(1), 266–271. <https://doi.org/10.33387/j.edu.v21i1.5861>

Sari, M., & Nurmala, E. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Kepemimpinan (Tinjauan Literatur) Applying the Problem-Based Learning Model to Enhance Critical Thinking Skills in Leadership Education (Litera. *Jurnal Sosial Dan Bidang Pendidikan*, 1(1), 19–26.

Sarwanto, Fajari, S. L. E. W., & Chumdari. (2021). Critical Thinking Skills and Their Impacts. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 2(2), 161–187. <https://doi.org/10.32890/mjli2021.18.2.6>

Selirowangi, N. B., Aisyah, N., & Rohmah, L. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Higher Order Thinking Skills (HOTS). *Jurnal JKPM*, 5(1), 31–40.

Setyowati, Y., & Priambudi, S. (2023). Supervision of The Development of Higher-Order Thinking Skills (HOTS) - Based Assessment of learning in Wijaya Putra School Supervisi Penyusunan Assessment of learning Berbasis HOTS di SMA Wijaya Putra Surabaya. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4).

- Shihab, M. Q. (2011). *Tafsīr al-Miṣbāḥ, Pesan Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*, Volume 14. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 624.
- Sihaloho, S. M., & Saragih, M. J. (2021). Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Pembelajaran Matematika [Implementation Of The Problem Based Learning Model To Improve Students' Critical Thinking Skills In Mathematics Learning]. *Journal of Holistic Mathematics Education*, 8(1), 101–115.
- Siyoto, S., & Sodik, A. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian* (Ayup (ed.)). Literasi Media Publishing.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta, Bandung.
- Supriadi, G. (2020). *Penilaian Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots)*. Aswaja Pressindo.
- Susanto, E., & Susanta, A. (2022). Problem-Based Learning dalam Meningkatkan Higher Order Thinking Skills Mahasiswa. *ARITHMETIC: Academic Journal of Math*, 4(2), 185. <https://doi.org/10.29240/ja.v4i2.4912>
- Syamsidah, & Suryani, H. (2018). Buku Model Problem Based Learning (PBL). *Buku*, 1–92.
- Tambunan, S. D. R., & Susianna, N. (2024). Penerapan Model Problem-Based Learning Dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Kreatif Serta Kemampuan Kolaborasi Pada Studi PPKN Kelas XI IPA 1 SMA Dian Harapan Jakarta. *Journal Of Social Science Research Volume*, 4(4), 10211–10226.
- Tanjung, S., Nasution, N., & Gusmaneli, G. (2025). Penerapan

Strategi Pembelajaran Langsung dalam Membentuk Kompetensi Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika*, 3(April).

Tarisah, P. S., & Silalahi, D. W. (2024). Peran Guru Kristen dalam Mengembangkan Keterampilan Kolaboratif pada Pembelajaran Abad ke-21 berdasarkan Filsafat Pendidikan Kristen. *Diligentia: Journal of Theology and Christian Education*, 6(2), 241. <https://doi.org/10.19166/dil.v6i2.8289>

Thornhill-Miller, B., Camarda, A., Mercier, M., Burkhardt, J. M., Morisseau, T., Bourgeois-Bougrine, S., Vinchon, F., El Hayek, S., Augereau-Landais, M., Mourey, F., Feybesse, C., Sundquist, D., & Lubart, T. (2023). Creativity, Critical Thinking, Communication, and Collaboration: Assessment, Certification, and Promotion of 21st Century Skills for the Future of Work and Education. *Journal of Intelligence*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/jintelligence11030054>

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills : Learning for Life in Our Times*. San Francisco: Jossey-Bass.

Watung, S. R., Palangda, L., & Manado, U. N. (2023). The Influence Of Higher Order Thinking Skills (Hots) And Class Management On Student Learning Outcomes At Tondano 2 State High School. *J-Shelves of Indragiri*, 5(1), 111–124.

Widana, I. W. (2017). Modul Penyusunan Soal Higher Order Thingking Skill (HOTS). *Direktorat Pembinaan Sma Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan 2017*, 1–40.

- Winaryati, E., & Munsarif, M. (2021). An Analysis Dimensions And Indicators Of The 21 St Century Collaboration Skills: Student, Teacher and Principal Perspectives. *Profunedu International Conference Proceeding*, 3(18), 145–160. <http://www.repository.profunedu.id/index.php/proceeding/article/view/102>
- Wragg, E., Kurul, E., Spencer-Chapman, N., & Lim, R. (2024). Preparing Graduates for Interdisciplinary Collaboration in the Workplace. *Journal of Education and Work*, 37(1), 1–15.
- Wulandari, R. (2020). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning. *Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 12(2), 51–57. <https://ranahresearch.com>.
- Xiang, Y., Liu, X., & Li, T. (2023). Application Research of Mind Mapping in Aerospace Military Project Management. *Journal of Electronics and Information Science*, 8(20), 20–27. <https://doi.org/10.23977/jeis.2023.080103>
- Yusuf, M. (2019). Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif dan Penelitian Gabungan. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsiurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBTUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Zhang, R., Shi, J., & Zhang, J. (2023). Research on the Quality of Collaboration in Project-Based Learning Based on Group Awareness. *Sustainability (Switzerland)*, 15(15), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su151511901>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Wawancara Dengan Guru Biologi

LEMBAR WAWANCARA PRA RISET DENGAN GURU BIOLOGI SMA MA'ARIF NU KARANGANYAR

Peneliti : Dyan Hamidah
 Nama Guru : Diyah Apit M, S. Pd.
 Tanggal : 21 Februari 2025

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Kurikulum	Kurikulum Merdeka
	Kurikulum apa yang diberlakukan di sekolah SMA Ma'arif NU Karanganyar	
	Sejak kapan kurikulum merdeka diterapkan?	Sejak 2 tahun silam kurikulum merdeka di sekolah ini diterapkan, yaitu tahun 2022
2.	Model Pembelajaran	Menggunakan ceramah di depan kelas, dan melakukan praktikum di
	Selama proses pembelajaran di kelas model pembelajaran apa yang ibu/bapak sudah gunakan?	

No	Pertanyaan	Jawaban
		lingkungan sekitar sekolah.
	Apakah model pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> sudah digunakan?	Sudah pernah, tetapi baru di kelas XI dengan materi tertentu saja.
	Apakah sistem <i>mind mapping</i> sudah pernah di terapkan dalam pembelajaran biologi?	Belum pernah
	Apakah siswa aktif berdiskusi/bertanya/berpendapat?	Tidak semua, tetapi ada kelas tertentu saja yang aktif
3.	Bahan ajar	Modul ajar yang dibuat sendiri
	Apa bahan ajar yang ibu gunakan dalam pembelajaran biologi?	Keterbatasan buku paket dan LKS yang kurang sesuai dengan tuntutan kurikulum sekarang, jadi
	Apa kendala bahan ajar yang digunakan ibu dalam pembelajaran biologi	

No	Pertanyaan	Jawaban
		membuat modul ajar sendiri
4.	Media apa yang sering ibu gunakan dalam pembelajaran biologi?	Modul ajar dan alat peraga
5.	Apa fasilitas yang digunakan ibu dalam pembelajaran biologi?	Ruang kelas dan ada beberapa alat peraga
6.	Apa kendala bahan ajar yang digunakan ibu dalam pembelajaran biologi?	Sebelumnya pakai LKS tetapi LKSnya kurang sesuai dengan apa yang akan diajarkan ke siswa
7.	Apa tantangan terbesar yang ibu hadapi dalam mengajar biologi?	Keterbatasan LCD dan laboratorium yang dialih fungsikan sebagai ruangan kelas
8.	Apa saja materi kelas x semester 2, yang yang terasa sulit bagi siswa?	Ekosistem dan perubahan lingkungan. Perubahan lingkungan

No	Pertanyaan	Jawaban
		bukan sulit tapi terlalu luas jangkauannya jadi dirasa sulit bagi siswa
9.	Berapa jam pembelajaran untuk 1 jam pelajaran?	kelas X 1 minggu 2JP dengan 1 JP 45 menit.
10.	Keterampilan kolaborasi Bagaimana pendapat ibu mengenai kolaborasi dalam proses pembelajaran biologi pada siswa di kelas?	Kurang efektif, karena bab kelas x yang monoton jadi hendak membuat modul pembelajaran ada kolaborasinya susah. Dan ada siswa juga sering mengeluhkan bahwa dalam tugas kelompok ada teman yang hanya menumpang nama tanpa ikut

No	Pertanyaan	Jawaban
		kontribusi dalam menyelesaikan tugas kelompok.
11.	Keterampilan Higher Order Thinking Skills	Untuk itu belum saya terapkan, saya masih menggunakan soal-soal biasa saja
	Bagaimana pendapat ibu mengenai keterampilan <i>Higher Order Thinking Skills</i> siswa dalam proses pembelajaran di kelas?	

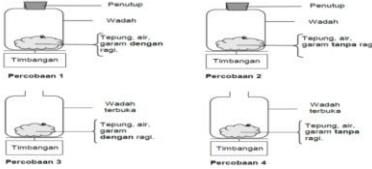
Tanda Tangan Responden



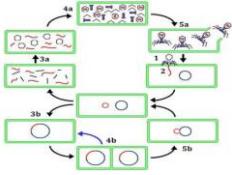
Diyah Apit M, S. Pd.

Lampiran 2. Instrumen Pra Riset Soal HOTS

INSTRUMEN PRA RISET SOAL *HIGHER ORDER THINKING SKILLS*

N o.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor
1.	<p>Beberapa jam setelah mencampur adonan, juru masak menimbang dan mengamati bahwa massa adonan tersebut telah berkurang.</p>  <p>Pada awalnya, massa adonan adalah sama pada masing-masing dari keempat percobaan yang ditunjukkan di bawah ini. Manakah dua percobaan yang harus dibandingkan oleh juru masak untuk menguji bahwa ragi adalah penyebab berkurangnya massa adonan tersebut juru masak harus membandingkan percobaan</p> <p>A. 1 dan 2</p>	E	C5	(Widana, 2017)	5

No.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor
	B. 1 dan 3 C. 1 dan 4 D. 2 dan 4 E. 3 dan 4				
2.	Penyakit hepatitis adalah satu dari sekian banyak ancaman kesehatan utama di dunia. Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Kementerian Kesehatan RI tahun 2014, diperkirakan 10 dari 100 orang Indonesia terinfeksi hepatitis Batau C. Artinya, ada 28 juta penduduk Indonesia yang terinfeksi hepatitis B dan C. Empat belas juta di antaranya berpotensi untuk berkembang hingga stadium kronis, dan 14 juta kasus hepatitis kronis berisiko tinggi untuk berlanjut ke kanker hati. Ini menjadikan Indonesia menempati peringkat kedua se-ASEAN dengan jumlah kasus Hepatitis B tertinggi. Pengobatan hepatitis dapat dilakukan berbagai cara, salah satunya dengan pemberian obat antivirus	D	C5 (Isbandi yah & Sanusi, 2019)	5	

N o.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor
	<p>protease inhibitor yang berfungsi untuk mencegah penyebaran virus dengan menghentikan reproduksinya. Obat-obatan ini biasa digunakan secara oral</p> <p>Secara umum virus dapat bereproduksi melalui daur litik dan lisogenik seperti skema di bawah ini</p>  <p>The diagram illustrates the viral life cycle. At the top, a cluster of viruses labeled '4a' is shown budding from host cells. Some viruses are labeled '5a'. Below this, a cluster labeled '3a' is shown budding from host cells. In the middle, a cluster labeled '2a' is shown budding from host cells. At the bottom, a cluster labeled '1' is shown budding from host cells. To the right, a cluster labeled '2b' is shown budding from host cells. A separate cluster labeled '3b' is shown budding from host cells. Finally, at the bottom right, a cluster labeled '5b' is shown budding from host cells. Arrows indicate the progression from '4a' to '5a', '3a' to '2a', '2a' to '1', '1' to '2b', and '3b' to '5b'.</p> <p>Wacana dimodifikasi dari sumber https://hellosehat.com/pusat-kesehatan/hepatitis/informasi-lengkap-seputar-penyakit-hepatitis-yang-wajib-anda-ketahui/)</p> <p>Pada tahapan reproduksi manakah, obat antivirus protease efektif menghentikan laju reproduksi virus?</p> <p>A. 1 dan 2 B. 2 dan 3b</p>				

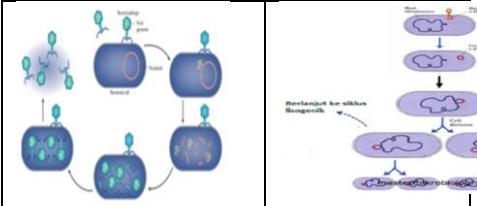
N o.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor
	C. 3a dan 3b D. 3a dan 4a E. 4a dan 5a				
3.	Berikut ini adalah grafik pengaruh pemberian vaksin AI(Avian Influenza) atau flu burung pada ayam potong dan berita kasus virus rubella akhir-akhir ini serta skema siklus hidup virus. Grafik perbandingan Presentase Ayam yang Memiliki Titer AI Protektif dengan Frekuensi Pengulangan Vaksinasi AI yang Berbeda Setelah Puncak Produksi	A	C5	(Isbandi yah & Sanusi, 2019)	5



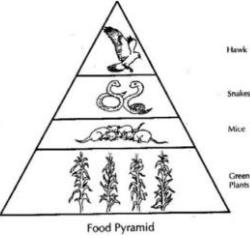
Rubella atau campak Jerman adalah infeksi virus yang ditandai dengan ruam merah pada kulit. Rubella umumnya menyerang anak-anak dan remaja.

N o.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor
	<p>Menurut data WHO, pada tahun 2016 di Indonesia terdapat lebih dari 800 kasus rubella yang sudah terkonfirmasi melalui pemeriksaan laboratorium. Jika menyerang wanita yang sedang hamil, terutama sebelum usia kehamilan lima bulan, rubella berpotensi tinggi untuk menyebabkan sindrom rubella kongenital atau bahkan kematian bayi dalam kandungan. WHO memperkirakan tiap tahun terdapat sekitar 100.000 bayi di dunia yang terlahir dengan sindrom ini.</p> <p>Guna memastikan diagnosis, dokter biasanya mengambil sampel air liur atau darah untuk diperiksa di laboratorium. Tes tersebut digunakan untuk mendeteksi keberadaan antibodi rubella. Apabila terdapat antibodi IgM, berarti Anda sedang menderita rubella. Sedangkan keberadaan antibodi IgG menandakan bahwa Anda pernah</p>				

N o.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor
	<p>menderita rubella atau sudah menerima vaksinasi.</p>  <p>Gejala infeksi virus rubella pada bayi</p> <p>Rubella tidak membutuhkan penanganan medis khusus. Pengobatan dapat dilakukan di rumah dengan langkah-langkah sederhana. Tujuannya adalah untuk meringankan gejala, namun bukan untuk mempercepat penyembuhan rubella. Pencegahan rubella yang paling efektif adalah dengan vaksinasi, terutama bagi wanita yang berencana untuk hamil.</p> <p>Sekitar 90 persen orang yang menerima vaksin ini akan terhindar dari rubella. Sejak adanya program vaksinasi, jumlah kasus rubella yang tercatat secara global</p>				

N o.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor				
	<p>berkurang secara signifikan. (http://www.alodokter.com/rubella)</p>  <table border="1" data-bbox="180 620 657 965"> <tr> <td data-bbox="180 620 445 679">Siklus 1</td> <td data-bbox="445 620 657 679">Siklus 2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="180 679 445 965"> Sumber: http://hisham.id/2015/06/jelaskan-perbedaan-siklus-litik-dan-lisogenik-virus.html </td><td data-bbox="445 679 657 965"> Sumber: http://mikrobiologi.net </td></tr> </table> <p>Berdasarkan data tersebut, mana pernyataan di bawah ini yang benar terkait dengan siklus hidup virus?</p> <p>A. Vaksin merangsang sel inang secara aktif membuat antibodi terhadap virus untuk menciptakan virulensi sehingga fase replikasi dan sintesis</p>	Siklus 1	Siklus 2	Sumber: http://hisham.id/2015/06/jelaskan-perbedaan-siklus-litik-dan-lisogenik-virus.html	Sumber: http://mikrobiologi.net				
Siklus 1	Siklus 2								
Sumber: http://hisham.id/2015/06/jelaskan-perbedaan-siklus-litik-dan-lisogenik-virus.html	Sumber: http://mikrobiologi.net								

N o.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor
	<p>tidak terjadi, maka virus akan mengalami siklus tipe 2.</p> <p>B. Vaksin akan mempercepat proses imunitas sel inang yang berakibat pada hancurnya kapsid dan asam nukleat virus sehingga replikasi virus tidak berlanjut, maka virus akan mengalami siklus tipe 2.</p> <p>C. Vaksin menghambat lisis dinding sel inang sehingga sel inang relatif tahan terhadap infeksi virus dan memperpanjang usia organisme, maka virus akan mengalami siklus 2.</p> <p>D. Siklus hidup virus pada fase lisogenik akan berlanjut ke siklus litik karena sifat virulensi yang terbentuk pada sel inang setelah pemberian vaksin, maka virus akan mengalami siklus 1.</p> <p>E. Siklus hidup pada fase litik akan berbelok ke siklus lisogenik karena terbentuk antibodi terhadap virus pada sel inang setelah pemberian</p>				

No.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor
	vaksin, maka virus akan mengalami siklus 1.				
4	<p>Hubungan yang digambarkan dalam rantai makanan dapat juga diekspresikan sebagai piramid makanan. Perbedaan utamanya adalah; di dalam piramida makanan, seperti yang terlihat pada Hubungan yang digambarkan dalam rantai makanan dapat juga diekspresikan sebagai pyramid makanan. Perbedaan utamanya adalah; di dalam piramida makanan, seperti yang terlihat pada</p>  <p>Pernyataan manakah yang paling baik menyimpulkan hubungan tersebut?</p> <p>A. Ketika puncak piramid dicapai, jumlah individu menurun tapi jumlah energinya meningkat.</p>	C	C6	(Rahma wati, 2023)	5

N o.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor
	<p>B. Ketika puncak piramid dicapai, jumlah individu meningkat, dan jumlah energi tetap sama dengan tingkatan lainnya.</p> <p>C. Pada dasar piramid, jumlah individu dan jumlah energi yang terlibat adalah paling besar.</p> <p>D. Pada dasar piramid, jumlah individu dan jumlah energi yang terlibat adalah paling rendah.</p> <p>E. Pada semua tingkat, jumlah individu dan jumlah energi yang terlibat adalah sama.</p>				
5.	<p>Perhatikan gambar dibawah ini!</p>  <p>Perubahan pada proses di atas, adonan menjadi mengembang karena</p> <p>A. Amilum menjadi gula dan asam piruvat</p>	A	C4	(Andri et al., 2020)	5

N o.	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Referensi	Skor
	B. Gula menjadi alkohol dan amilum C. Gula menjadi amilum dan fruktosa D. Gula menjadi selulosa dan alkohol E. Amilum menjadi gula dan asetaldehid				

Lampiran 3. Hasil Instrumen Pra Riset Soal HOTS

A. Hasil Skoring Keterampilan *Higher Order Thinking Skills*

Kode siswa	C4	C5			C6	Skor akhir	Kategori	
	Soal No 5	Soal No 1-3			Soal No 4			
		5	1	2	3	4		
B-1	5	0	5	0	0	10	Sedang	
B-2	0	0	0	0	0	0	rendah	
B-3	0	0	5	5	5	15	Sedang	
B-4	5	0	0	5	0	10	Sedang	
B-5	5	0	0	0	0	5	rendah	
B-6	5	0	0	5	0	10	Sedang	
B-7	0	0	0	0	5	5	rendah	
B-8	0	0	0	0	5	5	rendah	
B-9	5	0	0	0	5	10	Sedang	
B-10	0	0	0	5	0	5	rendah	
B-11	0	0	0	0	0	0	rendah	
B-12	0	0	0	0	0	0	rendah	
B-13	0	0	0	0	0	0	rendah	
B-14	0	0	0	0	0	0	rendah	
B-15	0	0	0	0	0	0	rendah	
B-16	0	0	0	0	0	0	rendah	
B-17	0	0	0	0	0	0	rendah	
B-18	5	0	0	0	0	5	rendah	
B-19	0	0	0	0	0	0	rendah	
B-20	5	0	0	0	0	5	rendah	
B-21	0	0	5	0	0	5	rendah	
B-22	5	0	0	0	5	10	sedang	
B-23	0	5	0	5	5	15	Sedang	
B-24	0	0	0	5	0	5	rendah	
B-25	0	0	0	0	5	5	rendah	
B-26	0	0	0	0	0	0	rendah	
B-27	0	0	0	5	0	5	rendah	
B-28	0	0	0	0	0	0	rendah	
Jumlah	40	55			35			
Max	140	420			140			
%	100	100			100			
mean	1,428571	0,654761905			1,25			
nilai	28,57	13,10			25,00			

B. Rata-rata Presentase Skoring Keterampilan *Higher Order Thinking Skills*

No.	Indikator	Skor (%)	Presentase
1.	C4 (Menganalisis)	28,57	42,86%
2,	C5 (Menilai/mengevaluasi)	13,10	19,64%
3.	C6 (Mengkreasi/mencipta)	25,00	37,50%
Rata-rata		22,22	100%

C. Diagram Lingkaran



D. Kriteria Skoring *Higher Order Thinking Skills*

Skor (%)	Kriteria
76-100	Sangat Tinggi
51-75	Tinggi
26-50	Sedang
1-25	Rendah

Sumber: (Andriyatno *et al.*, 2023)

E. Rata Rata *Higher Order Thinking Skills* Pada Kelas Pra Riset

Nilai	Kategori	Jumlah Siswa	Presentase
16 – 25	Tinggi	0	0%
8 – 15	Sedang	7	25%
0 - 7	Rendah	21	75%
Total		28	100%

Lampiran 4. Instrumen Angket Pra-Riset Keterampilan Kolaborasi

**INSTRUMEN ANGKET *PRA RISET KETERAMPILAN*
KOLABORASI**

Nama :

Kelas :

Angket ini bertujuan untuk mengukur keterampilan kolaborasi dalam kerja kelompok. Responden diminta untuk memberikan tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapatnya.

Petunjuk pengisian :

1. Isilah identitas anda dahulu
2. Bacalah pernyataan dengan seksama
3. Pilihlah jawaban pertanyaan sesuai dengan keadaan anda

Keterangan :

SS : Sangat Setuju **TS** : Tidak Setuju

S : Setuju **STS** : Sangat Tidak Setuju

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
1	Saya selalu menyelesaikan tugas dalam kelompok sesuai dengan tenggat waktu yang telah disepakati.				
2	Saya tidak bisa fokus pada tugas yang diberikan sehingga tidak dapat menyelesaiannya dengan baik				
3	Saya selalu berperan aktif dalam diskusi dan pelaksanaan tugas kelompok.				
4	Saya tidak memebrikan saran dan solusi dalam kelompok karena tidak mengerti materi				
5	Saya bertanya kepada teman, apabila ada hal yang kurang saya mengerti				
6	Saya selalu merasa pendapat yang diberikan teman saya tidak berguna dalam menjawab tugas kelompok karena saya merasa pendapat saya yang paling benar				
7	Saya tidak menunggu instruksi untuk berkontribusi dalam kelompok.				
8	Saya tidak mengetahui permasalahan yang dikerjakan dalam kelompok dalam kelompok				

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
9	Saya dapat menjalankan peran yang berbeda dalam kelompok sesuai kebutuhan.				
10	Saya dapat beradaptasi dengan berbagai situasi dan anggota kelompok yang berbeda.				
11	Saya kesulitan untuk beradaptasi dengan berbagai situasi dan anggota kelompok yang berbeda.				
12	Saya tidak keberatan jika harus berganti peran dalam kerja kelompok demi mencapai tujuan bersama.				
13	Teman sekelompok saya harus menerima keputusan yang telah saya buat sendiri				
14	Saya tidak mudah mengeluh ketika menghadapi tantangan dalam kerja kelompok.				
15	Saya menghargai pendapat anggota lain dalam kelompok meskipun berbeda dengan saya.				
16	Saya tidak menghargai pendapat teman saya yang berbeda pendapat dengan saya				

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
17	Saya selalu berusaha mencari jalan tengah dalam setiap perbedaan pendapat.				
18	Saya selalu mengutamakan keputusan bersama dibanding kepentingan pribadi.				
19	Saya selalu beranggapan bahwa tugas kolaborasi merupakan tanggung jawab saya sendiri karena teman satu kelompok tidak bisa bekerja kelompok dengan baik				
20	Saya mengutamakan musyawarah untuk mencapai kesepakatan kelompok.				
21	Saya selalu menyelesaikan tugas saya sesuai peran yang telah diberikan dalam kelompok.				
22	Saya harus diingatkan pada saat melaksanakan tugas				
23	Saya tetap bekerja keras menyelesaikan tugas meskipun menghadapi kesulitan.				
24	Saya bersedia membantu anggota lain yang mengalami kesulitan.				
25	Saya enggan untuk membantu anggota lain yang mengalami kesulitan.				

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
26	Jika saya membuat kesalahan dalam tugas kelompok, saya bertanggung jawab dan berusaha memperbaikinya.				

Lampiran 5. Hasil Instrumen Angket Pra-Riset Keterampilan Kolaborasi

A. Hasil Skoring Keterampilan Kolaborasi

B. Rata-Rata Presentase Skoring Keterampilan Kolaborasi

No.	Indikator	Skor (%)	Presentase
1.	Bekerja secara produktif	46,55	28,51%
2,	Beradaptasi dalam berbagai peran atau kegiatan	38,36	23,50%
3.	Berkompromi	39,22	24,03%
4.	Tanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaan	39,12	23,96%
Rata-rata		40,81	100%

C. Diagram Lingkaran



D. Kriteria Skoring Keterampilan Kolaborasi

Skor (%)	Kriteria
81-100	Sangat Tinggi
61-80	Tinggi
41-60	Sedang
21-40	Rendah
0-20	Sangat Rendah

Sumber: (Nuraydah *et al.*, 2023)

F. Rata Rata Keterampilan Kolaborasi Pada Kelas Pra Riset

Nilai	Kategori	Jumlah Siswa	Presentase
78 – 104	Tinggi	0	0%
52 – 77	Sedang	11	37,93%
26 - 51	Rendah	18	62,07%
Total		28	100%

Lampiran 6. Pemilihan Sampel Penelitian

Tests of Normality

Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
nilaiUAS	.291	7	.075	.866	7	.171
XA	.148	35	.052	.931	35	.030
XB	.106	34	.200 ^b	.960	34	.247
XC	.125	37	.157	.899	37	.003
XD	.115	34	.200 ^b	.958	34	.219
XE	.107	35	.200 ^b	.971	35	.484
XF	.083	31	.200 ^b	.974	31	.630
XG	.107	36	.200 ^b	.971	36	.465
XH						

a. Lilliefors Significance Correction

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

Sig. > 0,05 jadi normal

Test of Homogeneity of Variances

nilaiUAS	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
	1.345	7	241	.230

Sig > 0,05 jadi homogen

ANOVA

nilaiUAS	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7219.751	7	1031.393	6.437	.000
Within Groups	38615.237	241	160.229		
Total	45834.988	248			

Sig. 0,00 < 0,05 artinya H0 ditolak, jadi ke delapan kelas tersebut memiliki rata-rata nilai UAS yang berbeda.

Hipotesis:

H₀= delapan kelas memiliki rata-rata nilain UAS yang sama

H₁= delapan kelas memiliki rata-rata nilai UAS yang berbeda

Pedoman pengambilan keputusan uji one way anova:

- Jika nilai Sig > 0,05, maka H₀ diterima
- Jika nilai Sig < 0,05, maka H₀ ditolak

Multiple Comparisons

nilaiUAS

LSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	95% Confidence Interval		
			Std. Error	Sig.	Lower Bound
					Upper Bound
XA	XB	-3.45714	5.24098	.510	-13.7811 6.8668
	XC	-5.09664	5.25381	.333	-15.4459 5.2526
	XD	.71815	5.21732	.891	-9.5592 10.9955
	XE	3.87395	5.25381	.462	-6.4753 14.2232
	XF	10.40000*	5.24098	.048	.0760 20.7240
	XG	6.41475	5.29703	.227	-4.0196 16.8491
	XH	8.20238	5.22883	.118	-2.0977 18.5024
XB	XA	3.45714	5.24098	.510	-6.8668 13.7811
	XC	-1.63950	3.04805	.591	-7.6437 4.3647
	XD	4.17529	2.98471	.163	-1.7042 10.0547
	XE	7.33109*	3.04805	.017	1.3269 13.3353
	XF	13.85714*	3.02588	.000	7.8966 19.8177
	XG	9.87189*	3.12196	.002	3.7221 16.0217
	XH	11.65952*	3.00479	.000	5.7405 17.5785

XC	XA	5.09664	5.25381	.333	-5.2526	15.4459
	XB	1.63950	3.04805	.591	-4.3647	7.6437
	XD	5.81479	3.00718	.054	-.1089	11.7385
	XE	8.97059*	3.07006	.004	2.9230	15.0182
	XF	15.49664*	3.04805	.000	9.4924	21.5009
	XG	11.51139*	3.14345	.000	5.3192	17.7035
	XH	13.29902*	3.02712	.000	7.3360	19.2620
XD	XA	-.71815	5.21732	.891	-10.9955	9.5592
	XB	-4.17529	2.98471	.163	-10.0547	1.7042
	XC	-5.81479	3.00718	.054	-11.7385	.1089
	XE	3.15580	3.00718	.295	-2.7679	9.0795
	XF	9.68185*	2.98471	.001	3.8024	15.5613
	XG	5.69660	3.08208	.066	-.3746	11.7678
	XH	7.48423*	2.96333	.012	1.6469	13.3216
XE	XA	-3.87395	5.25381	.462	-14.2232	6.4753
	XB	-7.33109*	3.04805	.017	-13.3353	-1.3269
	XC	-8.97059*	3.07006	.004	-15.0182	-2.9230
	XD	-3.15580	3.00718	.295	-9.0795	2.7679
	XF	6.52605*	3.04805	.033	.5218	12.5303
	XG	2.54080	3.14345	.420	-3.6514	8.7330
	XH	4.32843	3.02712	.154	-1.6346	10.2914

XF	XA	-10.40000*	5.24098	.048	-20.7240	-.0760
	XB	-13.85714*	3.02588	.000	-19.8177	-7.8966
	XC	-15.49664*	3.04805	.000	-21.5009	-9.4924
	XD	-9.68185*	2.98471	.001	-15.5613	-3.8024
	XE	-6.52605*	3.04805	.033	-12.5303	-.5218
	XG	-3.98525	3.12196	.203	-10.1351	2.1646
	XH	-2.19762	3.00479	.465	-8.1166	3.7214
XG	XA	-6.41475	5.29703	.227	-16.8491	4.0196
	XB	-9.87189*	3.12196	.002	-16.0217	-3.7221
	XC	-11.51139*	3.14345	.000	-17.7035	-5.3192
	XD	-5.69660	3.08208	.066	-11.7678	.3746
	XE	-2.54080	3.14345	.420	-8.7330	3.6514
	XF	3.98525	3.12196	.203	-2.1646	10.1351
	XH	1.78763	3.10153	.565	-4.3219	7.8972
XH	XA	-8.20238	5.22883	.118	-18.5024	2.0977
	XB	-11.65952*	3.00479	.000	-17.5785	-5.7405
	XC	-13.29902*	3.02712	.000	-19.2620	-7.3360
	XD	-7.48423*	2.96333	.012	-13.3216	-1.6469
	XE	-4.32843	3.02712	.154	-10.2914	1.6346
	XF	2.19762	3.00479	.465	-3.7214	8.1166
	XG	-1.78763	3.10153	.565	-7.8972	4.3219

Lampiran 7. Kisi-Kisi Soal Higher Order Thinking Skills

KISI-KISI INSTRUMEN SOAL HIGHER ORDER THINKING SKILLS

A. Identitas

Sekolah : SMA Ma'arif NU Karanganyar
 Mata pelajaran : Biologi
 Materi : Perubahan Lingkungan
 Kelas/Semester : X/Genap
 Tipe soal : *Multiple choice* (pilihan ganda)

B. Kisi-kisi

Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	No Soal
Siswa dapat menganalisis pengaruh dan dampak dari pencemaran lingkungan terhadap makhluk hidup dan	Disajikan data DO dan BOD sungai, peserta didik dapat menganalisis tren kualitas air dan	C4	1

Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	No Soal
keseimbangan ekosistem	hubungannya terhadap kehidupan organisme air		
	Disajikan data kadar logam berat di tiga lokasi, peserta didik dapat menganalisis dampaknya terhadap tanaman, hewan, dan manusia	C4	2
	Disajikan grafik SO ₂ dan kasus ISPA, peserta didik dapat menjelaskan keterkaitan antara pencemaran udara dan kesehatan masyarakat	C4	3
	Disajikan data biomagnifikasi DDT dalam rantai makanan, peserta didik dapat menyimpulkan proses dan dampaknya terhadap predator puncak	C4	4
	Disajikan grafik hubungan limbah industri dan populasi ikan, peserta didik dapat menjelaskan	C4	5

Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	No Soal
	dampak pencemaran terhadap keseimbangan ekosistem sungai		
Siswa dapat menganalisis macam-macam limbah dan upaya mengatasi masalah lingkungan	Disajikan data kualitas lingkungan dari tiga zona, peserta didik dapat menganalisis hubungan pencemaran udara dengan jumlah kasus ISPA	C4	6
	Disajikan data kadar timbal dan pH tanah, peserta didik dapat mengevaluasi zona dengan pencemaran tanah berbahaya	C4	7
	Disajikan data PM2.5 dan jumlah kasus ISPA, peserta didik dapat menyimpulkan hubungan korelatif antar variabel	C4	8

Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	No Soal
	Disajikan data fosfat dan nitrat air limbah pemukiman, peserta didik dapat menganalisis risiko eutrofikasi dan merancang solusi	C4	9
	Disajikan data pencemar air, peserta didik dapat menghitung dan mengidentifikasi kawasan dengan total zat pencemar tertinggi	C4	10
Siswa dapat mengevaluasi keefektifan solusi berdasarkan prinsip berkelanjutan dan etika lingkungan	Disajikan data intervensi di tiga zona pencemar, peserta didik dapat mengevaluasi solusi paling efektif dan berkelanjutan	C5	11
	Disajikan data perubahan kadar PM2.5 sebelum dan sesudah intervensi, peserta didik dapat memilih intervensi paling efektif dan etis	C5	12

Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	No Soal
	Disajikan hasil intervensi pada pencemaran tanah, peserta didik dapat menentukan zona yang perlu mengganti solusi	C5	13
Siswa dapat merancang solusi untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan	Disajikan kasus pencemaran irigasi oleh pabrik, peserta didik dapat memilih solusi edukatif dan ekologis untuk mengatasi pencemaran	C6	14
	Disajikan kasus pencemaran udara dari pembakaran limbah plastik, peserta didik dapat merancang solusi jangka panjang dan berkelanjutan	C6	15
	Disajikan kasus penumpukan sampah di TPA, peserta didik dapat merancang program berbasis edukasi dan ekonomi kreatif	C6	16

Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	No Soal
Siswa dapat merancang solusi pemanfaatan limbah menjadi produk yang berguna sebagai upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan	Disajikan konteks limbah industri, peserta didik dapat memilih inovasi produk dari limbah yang bernilai guna dan ramah lingkungan	C6	17
	Disajikan konteks limbah B3, peserta didik dapat merancang solusi konversi limbah menjadi bahan aman dan berguna	C6	18
	Disajikan kasus pengelolaan limbah organik, peserta didik dapat memilih teknologi biokonversi sebagai solusi ekologis	C6	19

Lampiran 8. Lembar Validasi Instrumen *Higher Order Thinking Skills*

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN *HIGHER ORDER THINKING SKILLS*

Nama Validator : Widi Cahya Adi, M.Pd.

NIP : 199206192019031014

Tanggal Pengisian : 30 April 2025

Nama Mahasiswa : Dyan Hamidah

NIM : 2108086126

Judul Penelitian : Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap *Higher Order Thinking Skills* dan Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA Kelas X

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari bapak terhadap soal *Higher Order Thinking Skills*. Saya ucapan terima kasih atas kesedian bapak menjadi validator dengan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

1. Fungsi lembar validasi ini untuk memberikan penilaian terhadap tingkat kevalidan pada instrumen soal (*pretest-posttest*) *Higher Order Thinking Skills*. Pemikiran rasional dari bapak akan sangat bermanfaat untuk meningkatkan kualitas instrumen ini. Berdasarkan alasan tersebut, diharapkan bapak berkenan menanggapi setiap soal penilaian di bawah ini dengan menulis tanda checklist (✓) dalam kolom yang telah tersedia.

Ya = Valid

Tidak = Tidak Valid

2. Jika menurut bapak ada yang perlu diperbaiki mohon menuliskan saran pada kolom yang telah tersedia.
3. Kesimpulan hasil validasi secara umum dapat diberikan dengan memberi lingkaran pada keterangan yang sesuai

C. LEMBAR PENILAIAN

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan															
					Ya	Tidak																
Siswa dapat menganalisis pengaruh dan dampak dari pencemaran lingkungan terhadap makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem	1	<p>Kualitas air sungai dapat ditentukan salah satunya dengan melihat dua parameter penting, yaitu DO dan BOD. <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) adalah jumlah oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen ini dibutuhkan oleh organisme akuatik seperti ikan dan mikroorganisme agar dapat bernapas. Semakin tinggi DO, semakin baik kualitas air bagi kehidupan makhluk hidup di dalamnya. <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air. Semakin tinggi nilai BOD, semakin banyak bahan organik yang terurai dan semakin besar kemungkinan terjadinya penurunan kadar oksigen dalam air. Hal ini bisa mengganggu keseimbangan ekosistem sungai.</p> <p>Perhatikan data kadar oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biokimia (BOD) di Sungai Serayu berikut:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Titik Pengamatan</th> <th>DO (mg/L)</th> <th>BOD (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hulu</td> <td>7.5</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Tengah</td> <td>5.0</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>Hilir</td> <td>3.0</td> <td>6.0</td> </tr> <tr> <td>Muara</td> <td>2.2</td> <td>7.8</td> </tr> </tbody> </table>	Titik Pengamatan	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	Hulu	7.5	1.2	Tengah	5.0	3.5	Hilir	3.0	6.0	Muara	2.2	7.8	<p>Kunci Jawaban: C</p> <p>Penjelasan Jawaban:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Salah: DO menurun dan BOD meningkat adalah indikasi memburuknya kualitas air, bukan meningkat. B. Salah: DO di muara justru terendah, berarti kondisi air buruk untuk ikan. C. Benar: BOD meningkat dan DO menurun dari hulu ke muara. Ini menunjukkan peningkatan polusi organik yang bisa mengurangi kadar oksigen, membahayakan organisme air. D. Salah: BOD justru naik dari hulu ke hilir, bukan menurun. E. Salah: Perubahan data signifikan: dari 7.5 ke 2.2 (DO) dan 1.2 ke 7.8 (BOD), menunjukkan kualitas air berubah drastis, bukan stabil. 	C4	✓		
Titik Pengamatan	DO (mg/L)	BOD (mg/L)																				
Hulu	7.5	1.2																				
Tengah	5.0	3.5																				
Hilir	3.0	6.0																				
Muara	2.2	7.8																				

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		<p>Berdasarkan data dalam tabel dan bacaan di atas, manakah analisis yang paling tepat tentang kualitas air dan kemungkinan dampaknya terhadap organisme air di Sungai Serayu?</p> <p>A. Kualitas air meningkat dari hulu ke muara karena DO menurun dan BOD meningkat.</p> <p>B. DO tertinggi di muara menunjukkan bahwa kondisi air paling baik untuk ikan di sana.</p> <p>C. Kenaikan BOD dari hulu ke muara menunjukkan peningkatan pencemaran yang bisa mengurangi oksigen bagi organisme air.</p> <p>D. Penurunan BOD dari hulu ke hilir menunjukkan bahwa air semakin jernih ke arah muara.</p> <p>E. Data menunjukkan tidak ada perubahan yang signifikan, sehingga kualitas air cenderung stabil di semua titik.</p>					
	2	<p>Lahan pertanian yang berada di dekat kawasan industri seperti pabrik, berisiko tercemar oleh logam berat yang berasal dari limbah industri. Tiga logam berat yang sering menjadi indikator pencemaran lingkungan adalah timbal (Pb), kadmium (Cd), dan kromium (Cr). Timbal (Pb) dapat terakumulasi di jaringan tanaman dan masuk ke tubuh manusia melalui konsumsi sayuran atau buah-buahan yang ditanam di tanah tercemar. Kadmium (Cd) dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal dan hati, baik pada manusia maupun hewan, jika terpapar dalam jangka panjang. Kromium (Cr)</p>	<p>Kunci Jawaban : D Penjelasan Jawaban</p> <p>A. Salah: Data menunjukkan A memiliki kadar terendah.</p> <p>B. Salah: Terjadi kenaikan signifikan dari A ke C.</p> <p>C. Salah: Dampak logam berat juga berbahaya bagi manusia.</p> <p>D. Benar: data menunjukkan tren peningkatan kadar logam berat</p>	C4	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan																
					Ya	Tidak																	
		<p>pada kadar tinggi dapat mengganggu pertumbuhan tanaman dan juga bersifat karsinogenik (pemicu kanker) bagi manusia. Kadar logam berat yang terlalu tinggi di tanah pertanian tidak hanya membahayakan tanaman, tetapi juga makhluk hidup lain yang berada dalam rantai makanan, termasuk manusia. Berikut adalah hasil uji kadar logam berat dari tiga lokasi pertanian yang berada pada jarak berbeda dari pabrik:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Lokasi A</th> <th>Lokasi B</th> <th>Lokasi C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Timbal (Pb) ppm</td> <td>1.2</td> <td>2.5</td> <td>4.8</td> </tr> <tr> <td>Kadmium (Cd) ppm</td> <td>0.3</td> <td>0.8</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>Kromium (Cr) ppm</td> <td>1.1</td> <td>2.0</td> <td>3.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan data kadar logam berat di atas, manakah pernyataan berikut yang paling tepat menggambarkan dampak lingkungan dan makhluk hidup akibat pencemaran logam berat di sekitar tanah pertanian?</p> <p>A. Lokasi A memiliki kadar logam berat yang paling tinggi sehingga sangat berisiko terhadap kesehatan manusia dan tanaman.</p> <p>B. Semua lokasi aman karena kadar logam beratnya tidak menunjukkan perubahan signifikan.</p>	Parameter	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi C	Timbal (Pb) ppm	1.2	2.5	4.8	Kadmium (Cd) ppm	0.3	0.8	1.5	Kromium (Cr) ppm	1.1	2.0	3.5	dari A ke C, yang menunjukkan semakin tingginya pencemaran. Dampaknya tidak hanya pada tanaman tetapi juga dapat mengganggu rantai makanan dan kesehatan manusia.	E. Salah: Lokasi C memiliki kadar paling tinggi untuk semua logam berat, bukan B	✓		
Parameter	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi C																				
Timbal (Pb) ppm	1.2	2.5	4.8																				
Kadmium (Cd) ppm	0.3	0.8	1.5																				
Kromium (Cr) ppm	1.1	2.0	3.5																				

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan																	
					Ya	Tidak																		
		<p>C. Kandungan logam berat tertinggi di Lokasi C hanya berdampak pada tanaman, tidak akan memengaruhi manusia.</p> <p>D. Peningkatan logam berat dari lokasi A ke lokasi C menunjukkan pencemaran yang semakin tinggi dan dapat berdampak toksik pada tanaman dan biomagnifikasi dalam rantai makanan.</p> <p>E. Lokasi B memiliki kadar logam berat yang paling tinggi sehingga sangat berisiko terhadap makhluk hidup di sekitar tanah pertanian</p>																						
	3	<p>Grafik Konentrasi SO₂ di Udara dan Jumlah Kasus ISPA di Kota X selama 5 Bulan</p> <table border="1"> <caption>Data points estimated from the scatter plot</caption> <thead> <tr> <th>Bulan</th> <th>Konentrasi SO₂ (ppm)</th> <th>Jumlah Kasus ISPA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Jan</td><td>33.0</td><td>100</td></tr> <tr><td>Feb</td><td>34.5</td><td>115</td></tr> <tr><td>Mar</td><td>36.0</td><td>130</td></tr> <tr><td>Apr</td><td>37.5</td><td>145</td></tr> <tr><td>May</td><td>39.0</td><td>160</td></tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan grafik tersebut, hubungan antara pencemaran udara dan kesehatan masyarakat dapat dianalisis sebagai berikut:</p> <p>A. Penurunan SO₂ menyebabkan penurunan ISPA.</p>	Bulan	Konentrasi SO ₂ (ppm)	Jumlah Kasus ISPA	Jan	33.0	100	Feb	34.5	115	Mar	36.0	130	Apr	37.5	145	May	39.0	160	<p>Kunci Jawaban: D Penjelasan Jawaban: A. Salah: Tidak sesuai dengan grafik; SO₂ meningkat, bukan menurun. B. Salah: Tidak sesuai grafik kasus ISPA tidak konstan, malah naik signifikan. C. Salah: Grafik jelas menunjukkan adanya hubungan antara dua variabel. D. Benar: Grafik menunjukkan hubungan linier positif: saat SO₂ naik, jumlah kasus ISPA juga meningkat. Itu menunjukkan bahwa pencemaran udara oleh</p>	C4	✓	
Bulan	Konentrasi SO ₂ (ppm)	Jumlah Kasus ISPA																						
Jan	33.0	100																						
Feb	34.5	115																						
Mar	36.0	130																						
Apr	37.5	145																						
May	39.0	160																						

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan		
					Ya	Tidak			
		<p>B. Meskipun konsentrasi SO₂ naik tajam, jumlah kasus ISPA tetap konstan, sehingga tidak ada pengaruh signifikan.</p> <p>C. Konsentrasi SO₂ tidak mempengaruhi jumlah kasus ISPA.</p> <p>D. Peningkatan konsentrasi SO₂ sejalan dengan peningkatan kasus ISPA.</p> <p>E. Konsentrasi SO₂ naik setiap bulan, tetapi jumlah kasus ISPA hanya naik di bulan tertentu sehingga tidak menunjukkan pola yang konsisten.</p>	<p>SO₂ berkorelasi positif dengan peningkatan gangguan kesehatan, dalam hal ini ISPA.</p> <p>E. Salah: Jumlah kasus ISPA naik di setiap bulan, sama seperti konsentrasi SO₂.</p>						
	4	<p>Pestisida seperti <i>Dichlorodiphenyltrichloroethane</i> (DDT) digunakan untuk mengendalikan hama pertanian, tetapi jika terbawa ke perairan melalui aliran air hujan atau irigasi, DDT dapat mencemari ekosistem akvatik. Zat ini sangat stabil dan sukar terurai, sehingga dapat terakumulasi di dalam jaringan organisme hidup. Dalam rantai makanan, DDT yang masuk ke organisme tingkat rendah seperti fitoplankton dapat berpindah ke tingkat trofik lebih tinggi melalui proses makan-dikarnakan. Ketika organisme tingkat tinggi memakan banyak organisme yang sudah mengandung DDT, konsentrasi akan meningkat, proses ini disebut biomagnifikasi. Biomagnifikasi dapat membahayakan makhluk hidup, terutama predator puncak seperti burung pemakan ikan, karena mereka terpapar DDT dalam kadar tinggi.</p> <p>Data Konsentrasi Pestisida (DDT) dalam Berbagai Organisme di Ekosistem Perairan</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Organisme</th> <th>Konsentrasi DDT (ppm)</th> </tr> </thead> </table>	Organisme	Konsentrasi DDT (ppm)	<p>Kunci Jawaban: C Penjelasan Jawaban:</p> <p>A. Salah: karena konsentrasi DDT justru meningkat, bukan menurun.</p> <p>B. Salah: karena data menunjukkan kenaikan konsentrasi, bukan stabil.</p> <p>C. Benar: karena data menunjukkan kenaikan bertahap konsentrasi DDT dari air → fitoplankton → zooplankton → ikan → burung pemangsa. Ini menunjukkan terjadinya biomagnifikasi, yaitu peningkatan konsentrasi zat berbahaya pada organisme tingkat trofik lebih tinggi, yang</p>	C4	✓		
Organisme	Konsentrasi DDT (ppm)								

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan										
					Ya	Tidak											
		<table border="1"> <tr><td>Air</td><td>0.002</td></tr> <tr><td>Fitoplankton</td><td>0.04</td></tr> <tr><td>Zooplankton</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>Ikan kecil</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>Burung pemangsa ikan</td><td>15.0</td></tr> </table> <p>Dari data di atas, dapat disimpulkan bahwa:</p> <p>A. Konsentrasi DDT menurun pada tingkat trofik yang lebih tinggi. B. Konsentrasi DDT stabil di semua tingkat rantai makanan. C. Terjadi biomagnifikasi yang dapat merusak populasi predator puncak. D. Fitoplankton memiliki konsentrasi DDT tertinggi karena produktivitasnya tinggi. E. Ikan kecil adalah organisme yang paling tidak terpengaruh oleh pencemaran.</p>	Air	0.002	Fitoplankton	0.04	Zooplankton	0.3	Ikan kecil	1.8	Burung pemangsa ikan	15.0	bisa merusak populasi predator puncak seperti burung. D. Salah: karena fitoplankton tidak memiliki konsentrasi tertinggi, hanya 0.04 ppm. E. Salah: karena ikan kecil mengandung lebih banyak DDT daripada zooplankton, menunjukkan pengaruh pencemaran juga cukup besar.				
Air	0.002																
Fitoplankton	0.04																
Zooplankton	0.3																
Ikan kecil	1.8																
Burung pemangsa ikan	15.0																
	5	Ekosistem sungai sangat bergantung pada keseimbangan antara organisme dan kualitas airnya. Peningkatan limbah cair dari industri, seperti logam berat, deterjen, dan limbah organik, dapat menyebabkan pencemaran serius. Logam berat bersifat toksik dan sulit terurai, dapat meracuni mikroorganisme dasar dan mengganggu rantai makanan. Deterjen dalam jumlah besar menghasilkan busa dan mengurangi tegangan permukaan air, serta dapat mengganggu sistem pernapasan ikan. Limbah organik bisa menyebabkan eutrofikasi, yaitu ledakan alga yang kemudian menurunkan	Kunci Jawaban : E Penjelasan Jawaban: A. Salah: populasi ikan turun, bukan naik. B. Salah: populasi ikan tidak stabil, justru menurun tajam. C. Salah: limbah cair justru naik, bukan berkurang.	C4	✓												

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		<p>kadar oksigen terlarut dalam air.</p> <p>Berdasarkan grafik tren populasi ikan dan limbah industri cair di Sungai Z, manakah pernyataan yang paling tepat?</p> <p>A. Semakin banyak limbah cair, populasi ikan cenderung meningkat. B. Populasi ikan stabil meskipun limbah industri meningkat. C. Populasi ikan meningkat seiring berkurangnya limbah cair. D. Tidak ada hubungan antara limbah industri dan populasi ikan. E. Peningkatan limbah industri diikuti oleh penurunan populasi ikan.</p>	D. Salah: ada korelasi kuat yang terlihat jelas antara dua variabel ini. E. Benar: Dari grafik jelas terlihat bahwa ketika limbah industri naik ($50 \rightarrow 130$ ton), populasi ikan turun drastis ($500 \rightarrow 200$ ribu ekor). Ini menunjukkan adanya hubungan negatif langsung antara limbah dan populasi ikan.				
Siswa dapat menganalisis macam-macam limbah dan upaya mengatasi masalah lingkungan	6	<p>Perhatikan artikel dibawah ini untuk menjawab soal no 6-8!</p> <p style="text-align: center;">Jejak Limbah di Kota Mandiri: Meneliti Dampak Pencemaran Terhadap Lingkungan</p> <p>Kota Mandiri adalah kota industri yang juga dihuni oleh pemukiman padat penduduk dan kawasan aliran sungai utama. Dalam lima tahun terakhir, kota ini mengalami</p>	<p>Kunci Jawaban: A Penjelasan Jawaban:</p> <p>A. Benar karena tingkat pencemaran udara di Zona 1, yang tercatat memiliki nilai PM2.5 tertinggi ($94 \mu\text{g}/\text{m}^3$),</p>	C4	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		<p>peningkatan jumlah limbah dari aktivitas industri, rumah tangga, dan transportasi. Untuk mengetahui kondisi lingkungan, Dinas Lingkungan Hidup melakukan pemantauan terhadap air, tanah, dan udara di tiga zona berbeda: Zona 1 (wilayah industri), Zona 2 (pemukiman padat), dan Zona 3 (sekitar sungai).</p> <p>Pencemaran air dapat dilihat dari tingginya kadar fosfat dan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD). Fosfat berasal dari limbah rumah tangga seperti deterjen dan pupuk, yang dalam kadar tinggi bisa menyebabkan eutrofikasi atau ledakan pertumbuhan alga. COD menunjukkan banyaknya zat organik dalam air—semakin tinggi COD, semakin tercemar air tersebut.</p> <p>Pencemaran tanah dapat dinilai dari kadar logam berat seperti timbal (Pb) dan nilai pH tanah. Tanah yang mengandung timbal lebih dari 2 ppm tergolong berbahaya bagi tumbuhan dan organisme. Sementara tanah yang terlalu asam ($\text{pH} < 6.0$) dapat meningkatkan kelarutan logam berat dan memperparah pencemaran.</p> <p>Pencemaran udara ditandai oleh meningkatnya kadar PM2.5 (partikel debu sangat halus) dan karbon monoksida (CO). Keduanya merupakan polutan utama yang dapat menyebabkan gangguan pernapasan. Semakin tinggi nilai PM2.5 dan CO di udara, maka semakin tinggi pula risiko</p>	<p>berhubungan langsung dengan jumlah kasus ISPA yang lebih tinggi. Pencemaran udara yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pernapasan.</p> <p>B. Salah karena Zona 2 meskipun memiliki jumlah kasus ISPA yang cukup tinggi, namun kadar PM2.5-nya lebih rendah dibandingkan Zona 1.</p> <p>C. Salah karena Zona 3 memiliki kadar PM2.5 yang lebih rendah ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$), meskipun jumlah ISPA-nya lebih sedikit.</p> <p>D. Salah karena ada hubungan yang jelas antara pencemaran udara dan jumlah kasus ISPA.</p> <p>E. Salah karena Zona 3 memiliki pencemaran udara yang lebih rendah, sehingga jumlah kasus ISPA juga lebih sedikit.</p>				

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal			Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan																																			
			Ya	Tidak																																								
		<p>masyarakat mengalami Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).</p> <p>Berikut adalah hasil pemantauan lingkungan Kota Mandiri pada tahun 2024:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Zona 1 (Dekat Industri)</th> <th>Zona 2 (Pemukiman Padat)</th> <th>Zona 3 (Dekat Sungai)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fosfat (mg/L)</td> <td>-</td> <td>4.5</td> <td>7.2</td> </tr> <tr> <td>COD mg/L</td> <td>-</td> <td>112</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>Timbal di tanah (ppm)</td> <td>3.8</td> <td>1.4</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>pH Tanah</td> <td>5.2</td> <td>5.9</td> <td>6.1</td> </tr> <tr> <td>PM2.5 (ug/m³)</td> <td>94</td> <td>65</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>CO (ppm)</td> <td>19</td> <td>13</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Jumlah ISPA/bulan (kasus)</td> <td>370</td> <td>295</td> <td>190</td> </tr> <tr> <td>Indeks Biota Air (kelimpahan plankton & ikan)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Rendah</td> </tr> </tbody> </table>	Parameter	Zona 1 (Dekat Industri)	Zona 2 (Pemukiman Padat)	Zona 3 (Dekat Sungai)	Fosfat (mg/L)	-	4.5	7.2	COD mg/L	-	112	160	Timbal di tanah (ppm)	3.8	1.4	1.1	pH Tanah	5.2	5.9	6.1	PM2.5 (ug/m ³)	94	65	42	CO (ppm)	19	13	9	Jumlah ISPA/bulan (kasus)	370	295	190	Indeks Biota Air (kelimpahan plankton & ikan)	-	-	Rendah						
Parameter	Zona 1 (Dekat Industri)	Zona 2 (Pemukiman Padat)	Zona 3 (Dekat Sungai)																																									
Fosfat (mg/L)	-	4.5	7.2																																									
COD mg/L	-	112	160																																									
Timbal di tanah (ppm)	3.8	1.4	1.1																																									
pH Tanah	5.2	5.9	6.1																																									
PM2.5 (ug/m ³)	94	65	42																																									
CO (ppm)	19	13	9																																									
Jumlah ISPA/bulan (kasus)	370	295	190																																									
Indeks Biota Air (kelimpahan plankton & ikan)	-	-	Rendah																																									

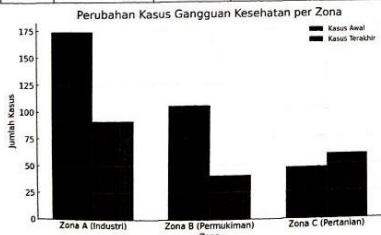
Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		<p>Apa yang dapat Anda simpulkan tentang hubungan antara tingkat pencemaran udara dan jumlah kasus ISPA di Kota Mandiri?</p> <p>A. Pencemaran udara di Zona 1 lebih tinggi karena jumlah kasus ISPA yang lebih banyak.</p> <p>B. Pencemaran udara di Zona 2 lebih rendah meskipun jumlah kasus ISPA lebih tinggi.</p> <p>C. Zona 3 memiliki pencemaran udara yang lebih tinggi, sehingga jumlah kasus ISPA lebih banyak.</p> <p>D. Tidak ada hubungan antara pencemaran udara dan jumlah kasus ISPA.</p> <p>E. Pencemaran udara lebih tinggi di Zona 3, tetapi jumlah kasus ISPA lebih sedikit.</p>					
	7	<p>Berdasarkan infomasi tabel artikel tersebut, manakah pernyataan yang paling tepat mengenai dampak pencemaran timbal terhadap kualitas tanah di ketiga zona?</p> <p>A. Zona 1 memiliki kualitas tanah yang lebih baik karena kadar timbal yang lebih tinggi.</p> <p>B. Pencemaran timbal di Zona 1 lebih berbahaya karena kadar timbalnya melebihi batas aman untuk tumbuhan.</p> <p>C. Zona 3 memiliki kualitas tanah terbaik karena kadar timbalnya paling rendah.</p> <p>D. Zona 2 lebih tercemar dibandingkan dengan Zona 1 karena kadar timbal di Zona 2 lebih tinggi.</p>	<p>Kunci Jawaban: B Penjelasan Jawaban:</p> <p>A. Salah karena kadar timbal yang lebih tinggi justru menunjukkan adanya pencemaran yang berbahaya bagi kualitas tanah dan lingkungan.</p> <p>B. Benar karena kadar timbal di Zona 1 (3.8 ppm) melebihi batas aman bagi tumbuhan (2 ppm), yang dapat mengancam kualitas</p>	C4	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		E. Pencemaran timbal di ketiga zona tidak berbahaya karena kadar timbal di bawah batas aman.	tanah dan menghambat pertumbuhan tanaman. C. Salah karena Zona 3 memiliki kadar timbal yang paling rendah, tetapi tidak berarti kualitas tanahnya terbaik jika dilihat dari pH tanah dan faktor lain. D. Salah karena Zona 1 lebih tercemar dibandingkan Zona 2 dalam hal kadar timbal di tanah. E. Salah karena kadar timbal di Zona 1 melebihi batas aman dan dapat menurunkan kualitas tanah.				
	8	Berdasarkan data tersebut, apa yang bisa disimpulkan tentang hubungan antara kadar PM2.5 dan jumlah kasus ISPA di tiap zona? A. Zona 1 sampai 3 mengalami penurunan kadar PM2.5, makan semakin rendah jumlah kasus ISPA. B. Zona 2 dengan kadar PM2.5 tertinggi memiliki jumlah kasus ISPA yang lebih banyak. C. Zona 2 dengan kadar PM2.5 lebih rendah memiliki jumlah kasus ISPA lebih sedikit dibandingkan Zona 3. D. Zona 1 dengan kadar PM2.5 tertinggi memiliki jumlah kasus ISPA yang lebih banyak.	Kunci Jawaban: D Penjelasan Jawaban: A. Salah karena semakin tinggi kadar PM2.5 bukan mengalami penurunan B. Salah karena kadar PM2.5 tertinggi ada di Zona 1. C. Salah karena Zona 2 memiliki kadar PM2.5 yang lebih tinggi daripada Zona 3	C4	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan															
					Ya	Tidak																
		E. Zona 1 dengan kadar PM2.5 lebih rendah memiliki jumlah kasus ISPA lebih sedikit dibandingkan Zona 3.	D. Benar bahwa Zona 1 memiliki kadar PM2.5 tertinggi ($94 \mu\text{g}/\text{m}^3$) jika dibandingkan zona 2 dan 3. E. Salah karena zona 1 memiliki kadar PM2.5 tertinggi																			
	9	<p>Perhatikan cuplikan artikel dibawah ini untuk menjawab soal no 9-10!</p> <p>Air limbah domestik dari pemukiman penduduk mengandung berbagai zat pencemar, seperti fosfat dari deterjen, nitrat dari sisa makanan dan pupuk, serta minyak dari aktivitas rumah tangga. Zat-zat ini, terutama fosfat dan nitrat, dapat menyebabkan fenomena eutrofikasi, yaitu ledakan pertumbuhan alga yang menyebabkan turunnya kadar oksigen dalam air. Hal ini mengganggu kehidupan organisme akuatik. Data pengujian kualitas air di tiga kawasan pemukiman menunjukkan kandungan zat pencemar sebagai berikut:</p> <p>Kandungan Zat Pencemar dalam Air Limbah Pemukiman</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kawasan</th> <th>Fosfat (mg/L)</th> <th>Nitrat (mg/L)</th> <th>Minyak (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Permukiman A</td> <td>1.2</td> <td>3.4</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>Permukiman B</td> <td>3.8</td> <td>5.9</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>Permukiman C</td> <td>4.5</td> <td>7.2</td> <td>2.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan data, kawasan mana yang paling berisiko mengalami eutrofikasi, dan upaya yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah...</p>	Kawasan	Fosfat (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Minyak (mg/L)	Permukiman A	1.2	3.4	0.8	Permukiman B	3.8	5.9	1.5	Permukiman C	4.5	7.2	2.1	<p>Kunci Jawaban: D Penjelasan Jawaban:</p> <p>A. Salah karena yang paling beresiko yaitu kawasan c dengan jumlah fosfat dan nitrat jika dijumlahkan paling tinggi dari yang lain. Yaitu: $A = 1.2 + 3.4 = 4.6 \text{ mg/L}$ $B = 3.8 + 5.9 = 9.7 \text{ mg/L}$ $C = 4.5 + 7.2 = 11.7 \text{ mg/L}$</p> <p>B. Salah karena yang paling beresiko yaitu kawasan c</p> <p>C. Salah karena yang paling beresiko yaitu kawasan c</p> <p>D. Benar, Kawasan C memiliki kadar fosfat tertinggi (4.5 mg/L) dan nitrat tertinggi (7.2 mg/L), yang merupakan pemicu utama eutrofikasi.</p> <p>E. Salah karena yang paling beresiko yaitu kawasan C</p>	C4	✓	
Kawasan	Fosfat (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Minyak (mg/L)																			
Permukiman A	1.2	3.4	0.8																			
Permukiman B	3.8	5.9	1.5																			
Permukiman C	4.5	7.2	2.1																			

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		<p>A. Kawasan A, dengan mengurangi deterjen berfosfat tinggi.</p> <p>B. Kawasan B, dengan mengurangi penggunaan pupuk kimia dan meningkatkan IPAL.</p> <p>C. Kawasan C, dengan menambah saluran air terbuka agar limbah cepat mengalir.</p> <p>D. Kawasan C, dengan mengurangi penggunaan pupuk kimia dan meningkatkan IPAL.</p> <p>E. Kawasan B, dengan mengurangi penggunaan deterjen berfosfat tinggi.</p>					
	10	<p>Jika risiko eutrofikasi ditentukan oleh jumlah total fosfat dan nitrat dalam air, kawasan mana yang memiliki risiko eutrofikasi tertinggi dan berapakah jumlah gabungan kedua zat pencemar tersebut?</p> <p>A. Permukiman A, dengan total 4.6 mg/L B. Permukiman B, dengan total 9.7 mg/L C. Permukiman C, dengan total 11.7 mg/L D. Permukiman A, dengan total 12.0 mg/L E. Permukiman B, dengan total 6.0 mg/L</p>	Kunci Jawaban: C Penjelasan Jawaban: A. Salah, $A = 1.2 + 3.4 = 4.6$ mg/L B. Salah, $B = 3.8 + 5.9 = 9.7$ mg/L C. Benar, $C = 4.5 + 7.2 = 11.7$ mg/L (hasil penjumlahan benar dan tertinggi) D. Salah, karena totalnya salah hitung (seharusnya 4.6 bukan 12.0). E. Salah, karena totalnya salah hitung (seharusnya 9.7 bukan 6.0).	C4	✓		
Siswa dapat mengevaluasi keefektifan solusi yang	11	Perhatikan artikel dibawah ini untuk menjawab soal no 11-13! Evaluasi Efektivitas Solusi Penanganan Pencemaran di Kota Lestari	Kunci Jawaban: B Penjelasan Jawaban:	C5	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
dikembangkan berdasarkan prinsip berkelanjutan dan etika lingkungan		<p>Kota Lestari merupakan kota yang sedang berkembang dengan tiga zona utama yang memiliki karakteristik pencemaran berbeda. Pemerintah kota bekerja sama dengan beberapa pihak seperti akademisi, LSM lingkungan, dan warga setempat untuk mencoba tiga solusi lingkungan berbeda pada masing-masing zona selama 6 bulan terakhir. Tujuannya adalah untuk menurunkan pencemaran dan meningkatkan kesehatan masyarakat.</p> <p>Berikut profil ketiga zona tersebut:</p> <p>Zona A (Kawasan Industri): Terkenal sebagai daerah dengan banyak pabrik. Udara sering tercemar partikel halus (PM2.5), dan tanah di sekitar kawasan menunjukkan kandungan logam berat yang tinggi, terutama timbal (Pb).</p> <p>Zona B (Kawasan Permukiman Padat): Dipenuhi rumah-rumah warga yang padat dan sistem sanitasi yang buruk. Air limbah rumah tangga langsung dibuang ke saluran tanpa pengolahan, menyebabkan tingginya kadar COD dan menyebabkan banyak kasus diare.</p> <p>Zona C (Kawasan Pertanian Intensif): Merupakan daerah dengan penggunaan pupuk kimia dan pestisida tinggi. Air di saluran pertanian menunjukkan kadar fosfat dan COD yang tinggi.</p> <p>Data hasil pemantauan selama 6 bulan setelah intervensi lingkungan diberikan disajikan dalam tabel dan grafik berikut:</p>	<p>A. Salah: COD di Zona A tidak turun signifikan ($30 \rightarrow 28$), dan solusi di sana lebih fokus ke udara, bukan air.</p> <p>B. Benar : Zona B mengalami penurunan COD dari $126 \rightarrow 64$ mg/L, tertinggi dibanding zona lain. Biofilter rumah tangga merupakan solusi berkelanjutan, karena memanfaatkan proses biologis alami dan mengurangi pencemaran langsung dari sumber limbah domestik. Ini juga sejalan dengan prinsip etika lingkungan karena memperbaiki kualitas hidup warga tanpa dampak tambahan pada ekosistem.</p> <p>C. Salah: COD memang turun sedikit di Zona C ($92 \rightarrow 85$), namun tidak seefektif Zona B, dan penggunaan pupuk masih tinggi.</p> <p>D. Salah: Intervensi biofilter dilakukan pada limbah rumah tangga, bukan industri.</p>				

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal					jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan					
		Zona	Jenis Intervensi	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	COD (mg/L)	Pb Tanah (ppm)			Ya	Tidak						
		A	Taman vertikal + filter udara industri	88 → 54	30 → 28	4.8 → 4.6	E. Salah: Memang COD-nya rendah sejak awal, tapi efektivitas solusi dinilai dari penurunan yang terjadi, bukan kondisi awal									
		B	Biofilter limbah rumah tangga	38 → 36	126 → 64	1.0 → 1.0										
		C	Kompos limbah pertanian + drainase alami	36 → 38	92 → 85	2.1 → 2.3										
		<p>Perubahan Kasus Gangguan Kesehatan per Zona</p>  <table border="1"> <caption>Data for Perubahan Kasus Gangguan Kesehatan per Zona</caption> <thead> <tr> <th>Zona</th> <th>Kasus Awal</th> <th>Kasus Terakhir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zona A (Industri)</td> <td>~175</td> <td>~90</td> </tr> <tr> <td>Zona B (Permukiman)</td> <td>~100</td> <td>~40</td> </tr> <tr> <td>Zona C (Pertanian)</td> <td>~55</td> <td>~60</td> </tr> </tbody> </table>					Zona	Kasus Awal	Kasus Terakhir	Zona A (Industri)	~175	~90	Zona B (Permukiman)	~100	~40	Zona C (Pertanian)
Zona	Kasus Awal	Kasus Terakhir														
Zona A (Industri)	~175	~90														
Zona B (Permukiman)	~100	~40														
Zona C (Pertanian)	~55	~60														

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		<p>Grafik Perubahan Kasus Gangguan Kesehatan per Zona</p> <p>Dari data COD sebagai indikator pencemaran air, manakah zona yang menunjukkan efektivitas tertinggi dalam menurunkan pencemaran air dan mengapa solusi yang diterapkan dapat dianggap paling berkelanjutan?</p> <p>A. Zona A, karena COD turun paling stabil meski bukan daerah pemukiman.</p> <p>B. Zona B, karena COD turun drastis dan biofilter mendukung siklus alami tanpa bahan kimia.</p> <p>C. Zona C, karena COD turun sambil meningkatkan efisiensi pertanian.</p> <p>D. Zona B, karena intervensi dilakukan langsung di sumber limbah industri.</p> <p>E. Zona A, karena pencemaran airnya paling ringan sejak awal.</p>					
	12	<p>Dalam hal pengurangan pencemaran udara, manakah zona yang menunjukkan efektivitas intervensi tertinggi dengan pendekatan yang etis dan berkelanjutan?</p> <p>A. Zona A, karena berhasil menurunkan PM2.5 dengan solusi berbasis alam dan teknologi.</p> <p>B. Zona B, karena PM2.5 tidak mengalami peningkatan.</p> <p>C. Zona C, karena PM2.5 tidak terlalu tinggi meskipun tidak turun.</p> <p>D. Zona A, karena menghilangkan seluruh sumber polusi udara.</p>	Kunci Jawaban: A Penjelasan Jawaban: A. Benar: Zona A menunjukkan penurunan PM2.5 dari 88 → 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Penggunaan taman vertikal dan filter udara industri menggabungkan teknologi dan solusi hijau, selaras dengan prinsip etika dan keberlanjutan.	C5	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		E. Zona B, karena biofilter juga berfungsi sebagai penyaring udara.	B. Salah: PM2.5 turun sangat sedikit ($38 \rightarrow 36$), dan bukan hasil utama biofilter. C. Salah: PM2.5 malah meningkat di Zona C ($36 \rightarrow 38$). D. Salah: Tidak realistik menyatakan "menghilangkan seluruh sumber"—intervensi hanya mengurangi dampak. E. Salah: Biofilter difokuskan untuk limbah air, bukan udara.				
13	Zona manakah dalam kasus Kota Lestari yang seharusnya mengganti atau menambah jenis solusi karena hasil intervensi menunjukkan potensi dampak negatif terhadap tanah? A. Zona A, karena kadar Pb tanah masih tinggi meski turun sedikit B. Zona B, karena kadar Pb tidak berubah sama sekali C. Zona C, karena kadar Pb meningkat setelah intervensi dilakukan D. Zona A, karena taman vertikal tidak berdampak langsung ke tanah E. Zona B, karena biofilter hanya mempengaruhi air, bukan tanah	Kunci Jawaban: C Penjelasan Jawaban: A. Salah: Penurunan tetap ada ($4.8 \rightarrow 4.6$), jadi masih ada efek walaupun kecil. B. Salah: Memang tidak berubah, tapi lebih baik stagnan daripada meningkat. C. Benar: Zona C menunjukkan peningkatan kadar Pb dari $2.1 \rightarrow 2.3$ ppm, menunjukkan bahwa intervensi yang dilakukan tidak mengurangi pencemaran tanah, bahkan cenderung	C5	✓			

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
			<p>memperparah. Maka solusi perlu dievaluasi ulang atau ditambah.</p> <p>D. Salah: Pernyataan ini benar, tapi tidak relevan terhadap perlu atau tidaknya mengganti solusi.</p> <p>E. Salah: Meskipun biofilter tidak memengaruhi tanah, tidak ada peningkatan polutan, jadi bukan prioritas.</p>				
Siswa dapat merancang solusi untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan	14	<p>Saluran irigasi di wilayah Desa Karangturi, Kecamatan Mrebet, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah, berubah warna menjadi hitam pekat dan mengeluarkan bau menyengat. Kondisi ini diduga akibat limbah dari pabrik wig palsu di sekitar lokasi. Warga mengeluhkan bahwa air tidak bisa lagi digunakan untuk mengairi sawah dan menyebabkan tanaman menjadi layu. Beberapa laporan juga menyebutkan adanya ikan mati di saluran tersebut. Pemerintah daerah setempat sedang melakukan penyelidikan dan mengimbau pabrik-pabrik untuk memperbaiki pengolahan limbah mereka.</p> <p>Jika Anda ditunjuk sebagai bagian dari tim lingkungan sekolah untuk membantu menyelesaikan masalah ini, solusi apa yang paling tepat untuk dirancang?</p> <p>A. Mengusulkan pengecoran beton di dasar saluran irigasi agar air limbah tidak meresap ke tanah</p>	<p>Kunci Jawaban: D Penjelasan Jawaban:</p> <p>A. Salah, karena pengecoran dasar saluran tidak membersihkan atau memulihkan air tercemar, hanya mencegah resapan, dan tidak menyelesaikan masalah kualitas air.</p> <p>B. Salah, karena membuang limbah langsung ke sungai besar hanya memindahkan masalah, bukan menyelesaiakannya, dan malah memperluas pencemaran.</p> <p>C. Salah, karena pupuk kimia tidak mengatasi masalah pencemaran</p>	C6	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		<p>B. Membuat saluran limbah baru yang langsung membuang air kotor ke sungai besar tanpa pengolahan</p> <p>C. Memberikan bantuan pupuk kimia gratis agar tanaman tetap subur meski air tercemar</p> <p>D. Mengadakan pelatihan tentang pengelolaan limbah pabrik yang ramah lingkungan serta membangun taman bioremediasi di sekitar saluran irigasi</p> <p>E. Menutup semua pabrik wig di sekitar area irigasi tanpa memberikan solusi lebih lanjut</p>	<p>air dan justru bisa memperparah kerusakan ekosistem pertanian.</p> <p>D. Benar, karena fokusnya pada solusi berkelanjutan yaitu edukasi industri untuk memperbaiki cara mereka mengelola limbah dan menggunakan metode alami (bioremediasi dengan tanaman) untuk membersihkan air tercemar. Ini menciptakan perubahan jangka panjang, sesuai tujuan pembelajaran.</p> <p>E. Salah, karena menutup pabrik tanpa solusi justru bisa berdampak sosial dan ekonomi, seperti pengangguran, tanpa memperbaiki pengelolaan limbah.</p>				
	15	<p>Warga di Desa Wirasana, Purbalingga, mengeluhkan aktivitas pembakaran limbah plastik oleh CV Berkah Sari Bumi Abadi yang menimbulkan asap pekat dan bau menyengat. Pembakaran dilakukan di dekat pemukiman warga dan menyebabkan gangguan pernapasan, terutama pada anak-anak dan lansia. DLH Purbalingga telah melakukan tindak</p>	<p>Kunci Jawaban: C Penjelasan Jawaban:</p> <p>A. Salah, karena hanya bersifat sementara dan tidak menyelesaikan sumber</p>	C6	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		<p>lanjut dengan mengecek lokasi dan meminta perusahaan untuk menghentikan kegiatan pembakaran terbuka. Namun, warga berharap adanya solusi jangka panjang agar aktivitas industri tidak mencemari udara dan lingkungan sekitar.</p> <p>Jika Anda ditunjuk sebagai bagian dari tim lingkungan sekolah untuk membantu mengatasi masalah tersebut, solusi apa yang paling tepat untuk dirancang?</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Menyediakan masker gratis kepada warga setiap pekan agar terlindung dari asap B. Membuat cerobong asap tinggi agar asap tidak langsung ke pemukiman C. Menutup seluruh kegiatan industri kecil yang menghasilkan limbah plastik D. Meningkatkan pengawasan dengan memasang CCTV untuk memantau aktivitas pembakaran E. Mengadakan pelatihan pengelolaan limbah plastik menjadi produk paving block serta membuat zona hijau penahan polusi di sekitar pabrik 	<p>masalahnya, yaitu pembakaran limbah plastik.</p> <p>B. Salah, karena cerobong tinggi hanya mengalihkan arah asap, bukan mengurangi polusi atau menyelesaikan masalah limbah itu sendiri</p> <p>C. Salah, karena tindakan ekstrem seperti menutup industri dapat berdampak sosial-ekonomi dan tidak menyelesaikan akar masalah pengelolaan limbah.</p> <p>D. Salah, karena pengawasan tanpa solusi pengelolaan limbah hanya akan mencegah pembakaran sementara tanpa menghilangkan limbah plastik yang menumpuk.</p> <p>E. Benar, karena mengandung solusi kreatif dan berkelanjutan yang tidak hanya mengurangi pembakaran limbah, tetapi juga memberikan alternatif pemanfaatan limbah menjadi barang berguna, serta memitigasi pencemaran dengan zona hijau.</p>				

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
	16	<p>Pemerintah Kabupaten Purbalingga menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan sampah. Volume sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) terus meningkat, sementara kapasitas TPA semakin terbatas. Berbagai upaya telah dilakukan, seperti kampanye pengurangan sampah dari sumbernya, pembuatan bank sampah di berbagai desa, serta pelatihan daur ulang sampah menjadi produk bernilai ekonomis. Meskipun demikian, kesadaran masyarakat untuk memilah sampah di rumah masih tergolong rendah, sehingga diperlukan strategi tambahan untuk mengurangi beban sampah yang masuk ke TPA. Warga berharap adanya solusi jangka panjang agar volume sampah yang masuk ke TPA dapat dikurangi secara berkelanjutan.</p> <p>Jika Anda ditugaskan sebagai tim lingkungan sekolah untuk membantu mengatasi masalah tersebut, solusi apa yang paling tepat untuk dirancang?</p> <p>A. Membuat tempat pembuangan sampah baru yang lebih besar di setiap kecamatan</p> <p>B. Mengadakan lomba memilah sampah di tingkat sekolah dan komunitas, disertai program pelatihan daur ulang untuk menghasilkan produk bernilai jual</p> <p>C. Membakar sampah organik secara massal di lapangan terbuka</p> <p>D. Membagikan plastik kresek gratis kepada warga agar lebih mudah membuang sampah</p>	<p>Kunci Jawaban: B</p> <p>Penjelasan Jawaban:</p> <p>A. Salah, karena hanya memperluas lahan pembuangan tanpa mengurangi jumlah sampah yang dihasilkan, sehingga masalah tetap berlanjut.</p> <p>B. Benar, karena solusi ini mengedukasi masyarakat dari tingkat akar (sekolah dan komunitas) tentang pentingnya memilah dan memanfaatkan sampah. Dengan pelatihan daur ulang kreatif, sampah tidak hanya berkurang, tapi juga bisa menjadi sumber ekonomi baru. Ini mendorong perubahan perilaku berkelanjutan.</p> <p>C. Salah, karena membakar sampah organik di ruang terbuka menyebabkan polusi udara dan bisa menimbulkan masalah kesehatan baru.</p> <p>D. Salah, karena membagikan kantong plastik justru akan</p>	C6	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		E. Mengangkut sampah ke daerah tetangga yang masih memiliki lahan kosong	meningkatkan jumlah sampah plastik yang sulit terurai. E. Salah, karena memindahkan sampah ke daerah lain hanya memindahkan masalah, bukan menyelesaikannya, dan bisa menimbulkan konflik antarwilayah.				
Siswa dapat merancang solusi pemanfaatan limbah menjadi produk yang berguna sebagai upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan	17	Limbah industri dibedakan menjadi limbah organik, anorganik, dan B3. Pengelolaan limbah yang kurang tepat dapat mencemari air, tanah, dan udara. Salah satu upaya mengurangi pencemaran adalah dengan mendaur ulang limbah menjadi produk berguna, seperti pembuatan paving block dari limbah plastik atau kompos dari limbah organik. Jika sekolah Anda ingin membantu mengurangi dampak limbah industri di lingkungan sekitar, solusi apa yang paling tepat dilakukan? A. Menyediakan lebih banyak tempat sampah umum tanpa memilah jenis limbah B. Membakar limbah plastik di area terbuka sekolah untuk mengurangi volume C. Membuat program inovasi produk daur ulang dari limbah industri seperti pembuatan paving block atau kerajinan tangan	Kunci Jawaban: C Penjelasan Jawaban: A. Salah karena tanpa pemilahan, limbah tetap bercampur dan sulit untuk didaur ulang. B. Salah membakar plastik menghasilkan gas beracun yang berbahaya bagi kesehatan. C. Benar, karena memanfaatkan limbah menjadi produk bernilai guna, mengurangi pencemaran, dan memberikan manfaat ekonomi. D. Salah, karena hanya menyembunyikan masalah dan bisa mencemari tanah dan air.	C6	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		<p>D. Menimbuln limbah industri di lahan kosong agar tidak terlihat warga</p> <p>E. Membuang limbah industri ke sungai agar cepat hilang dari lingkungan sekolah</p>	E. Salah, karena dapat menyebabkan pencemaran air dan membahayakan ekosistem.				
	18	<p>Pengelolaan limbah B3, diperlukan upaya khusus karena limbah jenis ini berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Salah satu pendekatan yang dianjurkan adalah mengubah limbah B3 yang masih dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku alternatif atau produk baru yang aman.</p> <p>Jika Anda menjadi bagian dari tim pengelola lingkungan sekolah yang berdekatan dengan pabrik kimia, solusi apa yang paling tepat untuk dilakukan secara ramah lingkungan?</p> <p>A. Menyimpan limbah B3 di gudang sekolah dalam jangka panjang</p> <p>B. Membuat program konversi limbah B3 tertentu menjadi bahan bangunan alternatif melalui teknologi stabilisasi</p> <p>C. Membiarkan limbah B3 terpapar hujan dan panas agar hancur sendiri</p> <p>D. Mengubur limbah B3 langsung di belakang sekolah</p> <p>E. Menutupi limbah B3 dengan plastik tebal</p>	<p>Kunci Jawaban: B Penjelasan Jawaban:</p> <p>A. Salah, karena limbah tetap berbahaya dan bisa mencemari lingkungan.</p> <p>B. Benar, karena mengubah limbah B3 menjadi produk aman seperti bahan bangunan membantu mengurangi dampak lingkungan secara berkelanjutan dan aman.</p> <p>C. Salah, karena limbah bisa larut ke tanah atau udara dan mencemari lingkungan.</p> <p>D. Salah, karena bisa mencemari air tanah dan berbahaya bagi kesehatan warga.</p> <p>E. Salah, karena hanya menutupi tanpa mengurangi bahaya limbah tersebut.</p>	C6	✓		
	19	Upaya mengelola limbah organik dari industri, salah satu metode inovatif yang kini banyak digunakan adalah teknologi	Kunci Jawaban: B Penjelasan Jawaban:	C6	✓		

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
		<p>biokonversi. Teknologi ini melibatkan pemanfaatan larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF), yang mampu mengurai limbah organik dengan cepat. Hasil dari proses ini tidak hanya mengurangi volume sampah, tetapi juga menghasilkan produk bernilai ekonomi seperti pakan ternak dan pupuk organik. Metode ini melakukan pengelolaan limbah menjadi lebih ramah lingkungan, ekonomis, dan berkelanjutan.</p> <p>Berdasarkan bacaan di atas solusi apa yang paling sesuai untuk diterapkan?</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Membakar seluruh limbah organik di area industri untuk mengurangi bau B. Menggunakan teknologi biokonversi dengan larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF) untuk mengolah limbah menjadi produk bernilai ekonomis C. Menyiram limbah organik ke jalan agar cepat mengering D. Mencampurkan limbah organik dengan limbah B3 agar lebih cepat busuk E. Menyediakan drum tertutup untuk menampung limbah tanpa proses pengolahan 	<p>A. Salah, karena membakar limbah organik dapat menghasilkan polusi udara, gas beracun, dan tidak berkelanjutan. Ini malah menambah masalah baru.</p> <p>B. Benar, karena sesuai bacaan, biokonversi dengan larva BSF adalah metode inovatif yang mengelola limbah organik menjadi produk berguna, mengurangi sampah secara ramah lingkungan dan ekonomis.</p> <p>C. Salah, karena ini hanya memindahkan limbah, bukan mengolahnya. Jalan akan menjadi kotor, mencemari lingkungan, dan tidak menyelesaikan masalah limbah</p> <p>D. Salah, karena limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) sangat berbahaya. Mencampurnya dengan limbah organik justru memperparah pencemaran dan membahayakan kesehatan.</p>				

Tujuan Pembelajaran	No Soal	Soal	Jawaban	Level Kognitif	Valid		Catatan
					Ya	Tidak	
			E. Salah, karena hanya menyimpan limbah, bukan mengelolanya. Limbah tetap menumpuk dan bisa menghasilkan bau, cairan lidi, serta risiko pencemaran lingkungan.				

D. SARAN

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

E. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, mohon berikan kesimpulan ibu dengan melengkapi salah satu nomor yang sesuai dengan penilaian ibu.

1. Valid digunakan tanpa revisi
2. Valid digunakan setelah revisi
3. Tidak layak digunakan

Semarang, 30 April 2025

Validator

Widi Cahya Adi, M.Pd.

NIP. 199206192019031014

Lampiran 9. Hasil Instrumen Soal HOTS Uji Coba

HASIL UJI COBA SOAL *HIGHER ORDER THINKING SKILLS* (PRETEST-POSTTEST)

Kode Nama	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	TOTAL	Nilai
RV-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	6	32
RV-2	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	10	53
RV-3	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	11	58
RV-4	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	9	47
RV-5	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	8	42
RV-6	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	6	32
RV-7	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	9	47
RV-8	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	10	53
RV-9	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	10	53
RV-10	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7	37
RV-11	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	7	37
RV-12	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	14	74
RV-13	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	10	53
RV-14	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	26
RV-15	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	10	53
RV-16	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	74
RV-17	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	11	58
RV-18	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	79
RV-19	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	79
RV-20	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	12	63
RV-21	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	21
RV-22	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	79
RV-23	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	8	42
RV-24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	5	26
RV-25	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	84
RV-26	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	8	42
RV-27	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	68
RV-28	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	8	42
RV-29	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15	79
RV-30	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	8	42
RV-31	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	15	79
RV-32	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	11	58
RV-33	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	14	74
RV-34	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	12	63
RV-35	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	12	63
RV-36	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	6	32
RV-37	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	37
RV-38	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	13	68
RV-39	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	10	53
RV-40	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	84
RV-41	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	95
RV-42	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	13	68
RV-43	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	12	63
RV-44	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6	32
RV-45	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	89
RV-46	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	9	47
RV-47	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	89
RV-48	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	26
RV-49	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	6	32

Lampiran 10. Uji Validitas Instrumen Soal *Higher Order Thinking Skills*

UJI VALIDITAS SOAL HOTS

		Correlations																				
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	TOTAL	
S1	Pearson Correlation	1	-0.045	0.520 [*]	-0.297 [*]	-0.129	0.445 [*]	0.157	-0.058	-0.142	0.181	0.064	-0.032	0.266	0.124	0.376	0.262	0.151	0.376 [*]	0.238	0.001	
	Sig (2-tailed)	0.760	0.000	0.038	0.377	0.001	0.281	0.692	0.331	0.212	0.660	0.029	0.065	0.396	0.008	0.069	0.291	0.008	0.009	0.002		
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S2	Pearson Correlation	-0.045	1	-0.130	0.155	0.072	-0.146	-0.118	-0.089	0.064	0.118	-0.025	-0.045	0.213	0.032	0.093	-0.177	-0.017	0.015	0.065	0.061	
	Sig (2-tailed)	0.760	0.372	0.288	0.621	0.118	0.400	0.000	0.064	0.048	0.080	0.070	0.760	0.141	0.289	0.052	0.223	0.000	0.910	0.658	0.675	
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S3	Pearson Correlation	0.520 [*]	-0.130	1	0.130	0.213	-0.141	0.250	0.141	-0.189	0.083	0.036	0.097	0.250	0.111	0.367 [*]	0.147	0.236	0.427 [*]	0.091	0.466 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.000	0.372	0.372	0.141	0.332	0.003	0.332	0.194	0.569	0.066	0.500	0.003	0.346	0.009	0.215	0.031	0.002	0.533	0.000		
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S4	Pearson Correlation	-0.297 [*]	0.155	0.130	1	0.250	0.118	0.101	-0.022	0.228	0.545 [*]	0.252	0.129	0.379 [*]	0.055	0.402 [*]	-0.347	0.134	0.357 [*]	0.296 [*]	0.578 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.038	0.288	0.372	0.074	0.066	0.418	0.62	0.115	0.000	0.086	0.377	0.067	0.070	0.004	0.014	0.359	0.012	0.087	0.000		
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S5	Pearson Correlation	0.129 [*]	0.072	0.213	0.258	1	-0.018	0.201	0.010	-0.028	0.296 [*]	0.025	0.129	0.377	0.027	0.402	0.177	0.134	0.264	0.117	0.534 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.377	0.621	0.414	0.074	0.900	0.165	0.492	0.115	0.039	0.080	0.377	0.007	0.117	0.000	0.223	0.359	0.067	0.424	0.000		
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S6	Pearson Correlation	-0.445 [*]	-0.146	-0.141	-0.265	-0.018	1	-0.024	0.062	-0.020	-0.141	-0.183	-0.026	-0.141	0.058	-0.154	-0.050	0.050	-0.168	-0.113	0.000	
	Sig (2-tailed)	0.031	0.338	0.322	0.066	0.900	0.872	0.074	0.674	0.092	0.322	0.200	0.861	0.332	0.093	0.318	0.291	0.733	0.690	0.249	0.440	
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S7	Pearson Correlation	0.157 [*]	-0.118	0.250	0.118	0.201	-0.024	1	-0.141	0.106	0.083	0.216	0.242	0.083	0.062	0.213	-0.147	0.118	0.133	0.091	0.322 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.281	0.418	0.083	0.184	0.165	0.072	0.332	0.4668	0.569	0.137	0.094	0.569	0.673	0.141	0.315	0.420	0.361	0.533	0.024		
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S8	Pearson Correlation	-0.058 [*]	-0.018	0.141	0.101	0.101	0.062	-0.141	1	-0.225	0.141	0.100	0.109	0.059	0.200	0.146	0.154	0.167	0.219	-0.013	0.288	
	Sig (2-tailed)	0.692	0.900	0.332	0.492	0.492	0.674	0.332	0.000	0.120	0.332	0.044	0.454	0.688	0.169	0.318	0.291	0.252	0.131	0.930	0.044	
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S9	Pearson Correlation	-0.142	0.064	-0.188 [*]	-0.228	-0.020	0.106	-0.225	1	-0.024	0.100	-0.058	-0.271	-0.144	0.066	-0.016	0.050	-0.023	0.103	-0.063	0.000	
	Sig (2-tailed)	0.331	0.664	0.194	0.115	0.115	0.982	0.466	0.120	0.072	0.674	0.092	0.646	0.060	0.026	0.664	0.916	0.733	0.092	0.498	0.669	
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S10	Pearson Correlation	0.181	0.118	0.083	0.565 [*]	0.296 [*]	-0.141	0.083	0.141	-0.024	1	0.372	0.097	0.250	0.198	0.267 [*]	0.216	0.118	0.324 [*]	0.274	0.599 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.212	0.418	0.506	0.000	0.039	0.332	0.569	0.332	0.072	0.009	0.508	0.088	0.173	0.000	0.026	0.420	0.019	0.057	0.000		
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S11	Pearson Correlation	0.064 [*]	-0.025	0.036	0.252	0.252	-0.183	0.216	0.100	0.100	-0.372	1	0.235	0.204	0.256	0.332	0.202	0.102	0.029	0.066	0.442 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.660	0.080	0.800	0.080	0.080	0.208	0.137	0.494	0.494	0.009	0.104	0.160	0.075	0.020	0.164	0.487	0.084	0.654	0.001		
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S12	Pearson Correlation	-0.032	-0.045	0.097	0.129	0.129	-0.026	0.242	0.109	-0.058	0.097	0.235	1	0.351	0.476 [*]	0.124	0.089	0.154	-0.004	0.053	0.404 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.299	0.760	0.508	0.377	0.377	0.661	0.094	0.454	0.692	0.508	0.014	0.011	0.097	0.545	0.291	0.079	0.718	0.014	0.000		
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S13	Pearson Correlation	0.266	-0.213	0.250	0.379 [*]	0.379 [*]	-0.141	0.083	0.007	0.032	0.569	0.688	0.060	0.083	0.160	0.014	0.173	0.418	0.108	0.420	0.096	1.000
	Sig (2-tailed)	0.065	0.141	0.083	0.007	0.007	0.032	0.569	0.688	0.060	0.083	0.160	0.014	0.173	0.418	0.108	0.420	0.096	1.000	0.001		
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S14	Pearson Correlation	0.124	0.032	0.111	0.055	0.227	0.058	0.062	0.200	-0.144	0.198	0.256	0.476 [*]	0.198	1	0.376 [*]	0.423 [*]	0.315	0.145	0.290 [*]	0.561 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.396	0.829	0.046	0.710	0.117	0.693	0.673	0.169	0.323	0.173	0.075	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.321	0.037	0.000	
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S15	Pearson Correlation	0.376 [*]	0.993	0.367 [*]	0.402 [*]	-0.146	0.213	0.164	0.064	0.367 [*]	0.324	0.118	0.118 [*]	0.376 [*]	1	1	0.504 [*]	0.452 [*]	0.387 [*]	0.267 [*]	0.767 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.058	0.027	0.000	0.004	0.008	0.318	0.141	0.318	0.666	0.009	0.020	0.397	0.418	0.008	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S16	Pearson Correlation	0.262	-0.177	0.147	0.347	0.177	-0.154	-0.147	0.154	-0.016	0.318	0.202	0.089	0.232	0.442 [*]	0.504 [*]	1	0.173	0.405 [*]	0.643 [*]	0.584 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.069	0.223	0.135	0.014	0.223	0.291	0.315	0.291	0.091	0.026	0.164	0.050	0.180	0.000	0.235	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S17	Pearson Correlation	0.154 [*]	-0.017	0.236	0.134	0.134	-0.058	0.118	0.167	0.050	0.118	0.102	0.154	0.118	0.118 [*]	0.452 [*]	0.173	1	0.151	0.000	0.423 [*]	
	Sig (2-tailed)	0.291	0.090	0.103	0.359	0.359	0.733	0.420	0.252	0.733	0.420	0.487	0.291	0.420	0.027	0.001	0.000	0.000	0.300	1.000	0.002	
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S18	Pearson Correlation	0.376 [*]	0.015	0.427	0.357	0.264	0.059	0.133	0.219	-0.243	0.334 [*]	0.029	-0.004	0.240	0.145	0.387 [*]	0.451	0.136	0.504 [*]	1	1	0.336 [*]
	Sig (2-tailed)	0.008	0.918	0.002	0.012	0.067	0.060	0.361	0.131	0.092	0.019	0.844	0.079	0.096	0.021	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
S19	Pearson Correlation	0.238	0.065	0.091	0.298 [*]	0.117	-0.168	-0.091	-0.013	0.000	0.118	0.024	0.064	0.574	0.710	0.000	0.027	0.000	0.000	0.000	0.001	
	Sig (2-tailed)	0.099	0.658	0.532	0.027	0.424	0.249	0.532	0.920	0.480	0.057	0.654	0.710	1.000	0.000	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000		
	N	49	49	49																		

49 49 49 49 49

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

Lampiran 11. Uji Reliabilitas dan Uji Daya Beda Soal HOTS

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
S1	8,41	13,580	0,399	0,795
S2	8,59	13,538	0,403	0,795
S3	8,57	13,167	0,508	0,787
S4	8,57	13,417	0,435	0,793
S5	8,45	14,294	0,192	0,809
S6	8,53	14,338	0,177	0,811
S7	8,59	13,247	0,487	0,789
S8	8,61	13,701	0,360	0,798
S9	8,41	13,955	0,292	0,803
S10	8,59	13,497	0,415	0,794
S11	8,37	13,446	0,452	0,791
S12	8,47	12,629	0,669	0,775
S13	8,39	13,201	0,518	0,787
S14	8,16	14,264	0,330	0,800
S15	8,29	13,417	0,506	0,788
S16	8,31	13,842	0,359	0,798

Lampiran 12. Uji Kesukaran Soal HOTS

N		Statistics															
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Valid		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
Missing		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mean		.61	.43	.45	.45	.57	.49	.43	.41	.61	.43	.65	.55	.63	.86	.73	.71

Lampiran 13. Kisi-Kisi Instrumen Soal HOTS

KISI-KISI INSTRUMEN SOAL *HIGHER ORDER THINKING SKILLS*

(*Pretest-posttest*)

C. Identitas

Sekolah : SMA Ma'arif NU Karanganyar

Mata pelajaran : Biologi

Materi : Perubahan Lingkungan

Kelas/Semester : X/Genap

Tipe soal : *Multiple choice* (pilihan ganda)

D. Kisi-kisi

Capaian Pembelajaran:

Pada akhir fase E, peserta didik 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**.

Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	No Soal
Siswa dapat menganalisis pengaruh dan dampak dari pencemaran lingkungan terhadap makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem	Disajikan data DO dan BOD sungai, peserta didik dapat menganalisis tren kualitas air dan hubungannya terhadap kehidupan organisme air	C4	1
	Disajikan grafik SO ₂ dan kasus ISPA, peserta didik dapat menjelaskan keterkaitan antara pencemaran udara dan kesehatan masyarakat	C4	2
	Disajikan data biomagnifikasi DDT dalam rantai makanan, peserta didik dapat menyimpulkan proses dan dampaknya terhadap predator puncak	C4	3
	Disajikan grafik hubungan limbah industri dan populasi ikan, peserta didik dapat menjelaskan dampak pencemaran terhadap keseimbangan ekosistem sungai	C4	4
	Disajikan data kadar timbal dan pH tanah, peserta didik dapat mengevaluasi zona dengan pencemaran tanah berbahaya	C4	5
	Disajikan data PM2.5 dan jumlah kasus ISPA, peserta didik dapat menyimpulkan hubungan korelatif antar variabel	C4	6

Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	No Soal
	Disajikan data pencemar air, peserta didik dapat menghitung dan mengidentifikasi kawasan dengan total zat pencemar tertinggi	C4	7
Siswa dapat mengevaluasi keefektifan solusi berdasarkan prinsip berkelanjutan dan etika lingkungan	Disajikan data intervensi di tiga zona pencemar, peserta didik dapat mengevaluasi solusi paling efektif dan berkelanjutan	C5	8
	Disajikan data perubahan kadar PM2.5 sebelum dan sesudah intervensi, peserta didik dapat memilih intervensi paling efektif dan etis	C5	9
	Disajikan hasil intervensi pada pencemaran tanah, peserta didik dapat menentukan zona yang perlu mengganti solusi	C5	10
Siswa dapat merancang solusi untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan	Disajikan kasus pencemaran irigasi oleh pabrik, peserta didik dapat memilih solusi edukatif dan ekologis untuk mengatasi pencemaran	C6	11
	Disajikan kasus pencemaran udara dari pembakaran limbah plastik, peserta didik dapat merancang solusi jangka panjang dan berkelanjutan	C6	12
	Disajikan kasus penumpukan sampah di TPA, peserta didik dapat merancang program berbasis edukasi dan ekonomi kreatif	C6	13

Tujuan Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	No Soal
Siswa dapat merancang solusi pemanfaatan limbah menjadi produk yang berguna sebagai upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan	Disajikan konteks limbah industri, peserta didik dapat memilih inovasi produk dari limbah yang bernilai guna dan ramah lingkungan	C6	14
	Disajikan konteks limbah B3, peserta didik dapat merancang solusi konversi limbah menjadi bahan aman dan berguna	C6	15
	Disajikan kasus pengelolaan limbah organik, peserta didik dapat memilih teknologi biokonversi sebagai solusi ekologis	C6	16

Lampiran 14. Instrumen Soal *Higher Order Thinking Skills*

Instrumen Soal *Higher Order Thinking Skills*

(*Pretest-Posttest*)

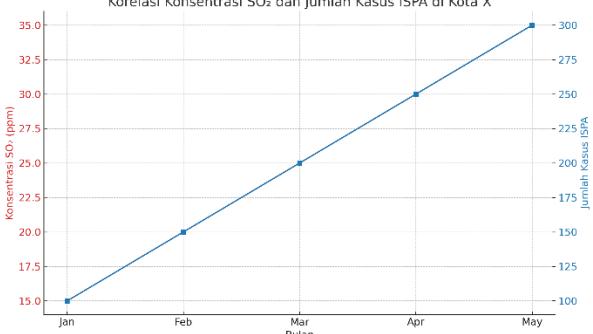
Nama :

No. Absen :

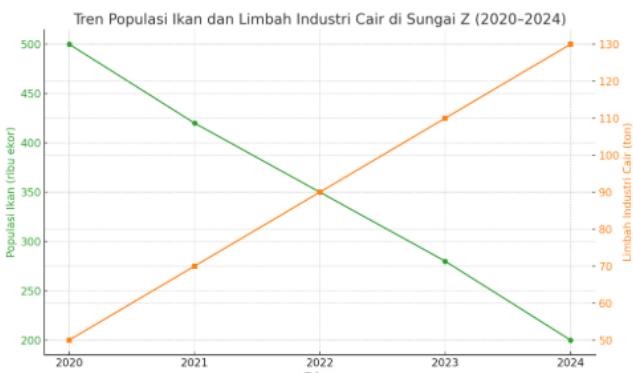
Kelas :

NO	Soal									
1	<p>Kualitas air sungai dapat ditentukan salah satunya dengan melihat dua parameter penting, yaitu DO dan BOD. <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) adalah jumlah oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen ini dibutuhkan oleh organisme akuatik seperti ikan dan mikroorganisme agar dapat bernapas. Semakin tinggi DO, semakin baik kualitas air bagi kehidupan makhluk hidup di dalamnya. <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air. Semakin tinggi nilai BOD, semakin banyak bahan organik yang terurai dan semakin besar kemungkinan terjadinya penurunan kadar oksigen dalam air. Hal ini bisa mengganggu keseimbangan ekosistem sungai.</p> <p>Perhatikan data kadar oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biokimia (BOD) di Sungai Serayu berikut:</p> <table border="1" data-bbox="230 1224 1020 1370"> <thead> <tr> <th data-bbox="230 1224 557 1267">Titik Pengamatan</th><th data-bbox="557 1224 781 1267">DO (mg/L)</th><th data-bbox="781 1224 1020 1267">BOD (mg/L)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="230 1267 557 1310">Hulu</td><td data-bbox="557 1267 781 1310">7.5</td><td data-bbox="781 1267 1020 1310">1.2</td></tr> <tr> <td data-bbox="230 1310 557 1370">Tengah</td><td data-bbox="557 1310 781 1370">5.0</td><td data-bbox="781 1310 1020 1370">3.5</td></tr> </tbody> </table>	Titik Pengamatan	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	Hulu	7.5	1.2	Tengah	5.0	3.5
Titik Pengamatan	DO (mg/L)	BOD (mg/L)								
Hulu	7.5	1.2								
Tengah	5.0	3.5								

No	Soal		
	Hilir	3.0	6.0
	Muara	2.2	7.8
	<p>Berdasarkan data dalam tabel dan bacaan di atas, manakah analisis yang paling tepat tentang kualitas air dan kemungkinan dampaknya terhadap organisme air di Sungai Serayu?</p>		
A.	<p>Kualitas air meningkat dari hulu ke muara karena DO menurun dan BOD meningkat.</p>		
B.	<p>DO tertinggi di muara menunjukkan bahwa kondisi air paling baik untuk ikan di sana.</p>		
C.	<p>Kenaikan BOD dari hulu ke muara menunjukkan peningkatan pencemaran yang bisa mengurangi oksigen bagi organisme air.</p>		
D.	<p>Penurunan BOD dari hulu ke hilir menunjukkan bahwa air semakin jernih ke arah muara.</p>		
E.	<p>Data menunjukkan tidak ada perubahan yang signifikan, sehingga kualitas air cenderung stabil di semua titik.</p>		
2	<p>Grafik Konsentrasi SO₂ di Udara dan Jumlah Kasus ISPA di Kota X selama 5 Bulan</p>		

NO	Soal																		
	<p style="text-align: center;">Korelasi Konsentrasi SO₂ dan Jumlah Kasus ISPA di Kota X</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bulan</th> <th>Konsentrasi SO₂ (ppm)</th> <th>Jumlah Kasus ISPA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jan</td> <td>15.0</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Feb</td> <td>20.0</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Mar</td> <td>25.0</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Apr</td> <td>30.0</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>May</td> <td>35.0</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan grafik tersebut, hubungan antara pencemaran udara dan kesehatan masyarakat dapat dianalisis sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Penurunan SO₂ menyebabkan penurunan ISPA. B. Meskipun konsentrasi SO₂ naik tajam, jumlah kasus ISPA tetap konstan, sehingga tidak ada pengaruh signifikan. C. Konsentrasi SO₂ tidak mempengaruhi jumlah kasus ISPA D. Peningkatan konsentrasi SO₂ sejalan dengan peningkatan kasus ISPA. E. Konsentrasi SO₂ naik setiap bulan, tetapi jumlah kasus ISPA hanya naik di bulan tertentu sehingga tidak menunjukkan pola yang konsisten. 	Bulan	Konsentrasi SO ₂ (ppm)	Jumlah Kasus ISPA	Jan	15.0	100	Feb	20.0	150	Mar	25.0	200	Apr	30.0	250	May	35.0	300
Bulan	Konsentrasi SO ₂ (ppm)	Jumlah Kasus ISPA																	
Jan	15.0	100																	
Feb	20.0	150																	
Mar	25.0	200																	
Apr	30.0	250																	
May	35.0	300																	
3	<p>Pestisida seperti <i>Dichlorodiphenyltrichloroethane</i> (DDT) digunakan untuk mengendalikan hama pertanian, tetapi jika terbawa ke perairan melalui aliran air hujan atau irigasi, DDT dapat mencemari ekosistem akuatik. Zat ini sangat stabil dan sukar terurai, sehingga dapat terakumulasi di dalam jaringan organisme hidup. Dalam rantai</p>																		

No	Soal												
	<p>makanan, DDT yang masuk ke organisme tingkat rendah seperti fitoplankton dapat berpindah ke tingkat trofik lebih tinggi melalui proses makan-dimakan. Ketika organisme tingkat tinggi memakan banyak organisme yang sudah mengandung DDT, konsentrasinya akan meningkat, proses ini disebut biomagnifikasi. Biomagnifikasi dapat membahayakan makhluk hidup, terutama predator puncak seperti burung pemakan ikan, karena mereka terpapar DDT dalam kadar tinggi.</p> <p>Data Konsentrasi Pestisida (DDT) dalam Berbagai Organisme di Ekosistem Perairan</p> <table border="1" data-bbox="227 727 908 1017"> <thead> <tr> <th data-bbox="227 727 579 774">Organisme</th><th data-bbox="579 727 908 774">Konsentrasi DDT (ppm)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="227 774 579 822">Air</td><td data-bbox="579 774 908 822">0.002</td></tr> <tr> <td data-bbox="227 822 579 870">Fitoplankton</td><td data-bbox="579 822 908 870">0.04</td></tr> <tr> <td data-bbox="227 870 579 917">Zooplankton</td><td data-bbox="579 870 908 917">0.3</td></tr> <tr> <td data-bbox="227 917 579 965">Ikan kecil</td><td data-bbox="579 917 908 965">1.8</td></tr> <tr> <td data-bbox="227 965 579 1017">Burung pemangsa ikan</td><td data-bbox="579 965 908 1017">15.0</td></tr> </tbody> </table> <p>Dari data di atas, dapat disimpulkan bahwa:</p> <ol style="list-style-type: none"> Konsentrasi DDT menurun pada tingkat trofik yang lebih tinggi. Konsentrasi DDT stabil di semua tingkat rantai makanan. Terjadi biomagnifikasi yang dapat merusak populasi predator puncak. Fitoplankton memiliki konsentrasi DDT tertinggi karena produktivitasnya tinggi. 	Organisme	Konsentrasi DDT (ppm)	Air	0.002	Fitoplankton	0.04	Zooplankton	0.3	Ikan kecil	1.8	Burung pemangsa ikan	15.0
Organisme	Konsentrasi DDT (ppm)												
Air	0.002												
Fitoplankton	0.04												
Zooplankton	0.3												
Ikan kecil	1.8												
Burung pemangsa ikan	15.0												

NO	Soal																		
	E. Ikan kecil adalah organisme yang paling tidak terpengaruh oleh pencemaran.																		
4	<p>Ekosistem sungai sangat bergantung pada keseimbangan antara organisme dan kualitas airnya. Peningkatan limbah cair dari industri, seperti logam berat, deterjen, dan limbah organik, dapat menyebabkan pencemaran serius. Logam berat bersifat toksik dan sulit terurai, dapat meracuni mikroorganisme dasar dan mengganggu rantai makanan. Deterjen dalam jumlah besar menghasilkan busa dan mengurangi tegangan permukaan air, serta dapat mengganggu sistem pernapasan ikan. Limbah organik bisa menyebabkan eutrofikasi, yaitu ledakan alga yang kemudian menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air.</p>  <table border="1"> <caption>Data from 'Tren Populasi Ikan dan Limbah Industri Cair di Sungai Z (2020-2024)' graph</caption> <thead> <tr> <th>Tahun</th> <th>Populasi Ikan (ribu ekor)</th> <th>Limbah Industri Cair (ton)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2020</td> <td>500</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>420</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>350</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>280</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>2024</td> <td>50</td> <td>130</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan grafik tren populasi ikan dan limbah industri cair di Sungai Z, manakah pernyataan yang paling tepat?</p> <ol style="list-style-type: none"> Semakin banyak limbah cair, populasi ikan cenderung meningkat. Populasi ikan stabil meskipun limbah industri meningkat. Populasi ikan meningkat seiring berkurangnya limbah cair. 	Tahun	Populasi Ikan (ribu ekor)	Limbah Industri Cair (ton)	2020	500	50	2021	420	70	2022	350	90	2023	280	110	2024	50	130
Tahun	Populasi Ikan (ribu ekor)	Limbah Industri Cair (ton)																	
2020	500	50																	
2021	420	70																	
2022	350	90																	
2023	280	110																	
2024	50	130																	

NO	Soal
	<p>D. Tidak ada hubungan antara limbah industri dan populasi ikan.</p> <p>E. Peningkatan limbah industri diikuti oleh penurunan populasi ikan.</p>
5	<p>Perhatikan artikel dibawah ini untuk menjawab soal no 5-6!</p> <p style="text-align: center;">Jejak Limbah di Kota Mandiri: Menelisik Dampak Pencemaran Terhadap Lingkungan</p> <p>Kota Mandiri adalah kota industri yang juga dihuni oleh pemukiman padat penduduk dan kawasan aliran sungai utama. Dalam lima tahun terakhir, kota ini mengalami peningkatan jumlah limbah dari aktivitas industri, rumah tangga, dan transportasi. Untuk mengetahui kondisi lingkungan, Dinas Lingkungan Hidup melakukan pemantauan terhadap air, tanah, dan udara di tiga zona berbeda: Zona 1 (wilayah industri), Zona 2 (pemukiman padat), dan Zona 3 (sekitar sungai).</p> <p>Pencemaran air dapat dilihat dari tingginya kadar fosfat dan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD). Fosfat berasal dari limbah rumah tangga seperti deterjen dan pupuk, yang dalam kadar tinggi bisa menyebabkan eutrofikasi atau ledakan pertumbuhan alga. COD menunjukkan banyaknya zat organik dalam air—semakin tinggi COD, semakin tercemar air tersebut.</p> <p>Pencemaran tanah dapat dinilai dari kadar logam berat seperti timbal (Pb) dan nilai pH tanah. Tanah yang mengandung timbal lebih dari 2 ppm tergolong berbahaya bagi tumbuhan dan organisme. Sementara tanah yang terlalu asam ($\text{pH} < 6.0$) dapat meningkatkan kelarutan logam berat dan memperparah pencemaran.</p>

NO	Soal																																				
	<p>Pencemaran udara ditandai oleh meningkatnya kadar PM2.5 (partikel debu sangat halus) dan karbon monoksida (CO). Keduanya merupakan polutan utama yang dapat menyebabkan gangguan pernapasan. Semakin tinggi nilai PM2.5 dan CO di udara, maka semakin tinggi pula risiko masyarakat mengalami Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Berikut adalah hasil pemantauan lingkungan Kota Mandiri pada tahun 2024:</p> <table border="1" data-bbox="228 636 1022 1389"> <thead> <tr> <th data-bbox="228 636 463 771">Parameter</th><th data-bbox="463 636 631 771">Zona 1 (Dekat Industri)</th><th data-bbox="631 636 843 771">Zona 2 (Pemukiman Padat)</th><th data-bbox="843 636 1022 771">Zona 3 (Dekat Sungai)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="228 771 463 819">Fosfat (mg/L)</td><td data-bbox="463 771 631 819">-</td><td data-bbox="631 771 843 819">4.5</td><td data-bbox="843 771 1022 819">7.2</td></tr> <tr> <td data-bbox="228 819 463 867">COD mg/L</td><td data-bbox="463 819 631 867">-</td><td data-bbox="631 819 843 867">112</td><td data-bbox="843 819 1022 867">160</td></tr> <tr> <td data-bbox="228 867 463 962">Timbal di tanah (ppm)</td><td data-bbox="463 867 631 962">3.8</td><td data-bbox="631 867 843 962">1.4</td><td data-bbox="843 867 1022 962">1.1</td></tr> <tr> <td data-bbox="228 962 463 1009">pH Tanah</td><td data-bbox="463 962 631 1009">5.2</td><td data-bbox="631 962 843 1009">5.9</td><td data-bbox="843 962 1022 1009">6.1</td></tr> <tr> <td data-bbox="228 1009 463 1057">PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</td><td data-bbox="463 1009 631 1057">94</td><td data-bbox="631 1009 843 1057">65</td><td data-bbox="843 1009 1022 1057">42</td></tr> <tr> <td data-bbox="228 1057 463 1105">CO (ppm)</td><td data-bbox="463 1057 631 1105">19</td><td data-bbox="631 1057 843 1105">13</td><td data-bbox="843 1057 1022 1105">9</td></tr> <tr> <td data-bbox="228 1105 463 1248">Jumlah ISPA/bulan (kasus)</td><td data-bbox="463 1105 631 1248">370</td><td data-bbox="631 1105 843 1248">295</td><td data-bbox="843 1105 1022 1248">190</td></tr> <tr> <td data-bbox="228 1248 463 1389">Indeks Biota Air (kelimpahan plankton & ikan)</td><td data-bbox="463 1248 631 1389">-</td><td data-bbox="631 1248 843 1389">-</td><td data-bbox="843 1248 1022 1389">Rendah</td></tr> </tbody> </table>	Parameter	Zona 1 (Dekat Industri)	Zona 2 (Pemukiman Padat)	Zona 3 (Dekat Sungai)	Fosfat (mg/L)	-	4.5	7.2	COD mg/L	-	112	160	Timbal di tanah (ppm)	3.8	1.4	1.1	pH Tanah	5.2	5.9	6.1	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	94	65	42	CO (ppm)	19	13	9	Jumlah ISPA/bulan (kasus)	370	295	190	Indeks Biota Air (kelimpahan plankton & ikan)	-	-	Rendah
Parameter	Zona 1 (Dekat Industri)	Zona 2 (Pemukiman Padat)	Zona 3 (Dekat Sungai)																																		
Fosfat (mg/L)	-	4.5	7.2																																		
COD mg/L	-	112	160																																		
Timbal di tanah (ppm)	3.8	1.4	1.1																																		
pH Tanah	5.2	5.9	6.1																																		
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	94	65	42																																		
CO (ppm)	19	13	9																																		
Jumlah ISPA/bulan (kasus)	370	295	190																																		
Indeks Biota Air (kelimpahan plankton & ikan)	-	-	Rendah																																		

No	Soal
	<p>Berdasarkan infomasi tabel artikel tersebut, manakah pernyataan yang paling tepat mengenai dampak pencemaran timbal terhadap kualitas tanah di ketiga zona?</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Zona 1 memiliki kualitas tanah yang lebih baik karena kadar timbal yang lebih tinggi. B. Pencemaran timbal di Zona 1 lebih berbahaya karena kadar timbalnya melebihi batas aman untuk tumbuhan. C. Zona 3 memiliki kualitas tanah terbaik karena kadar timbalnya paling rendah. D. Zona 2 lebih tercemar dibandingkan dengan Zona 1 karena kadar timbal di Zona 2 lebih tinggi. E. Pencemaran timbal di ketiga zona tidak berbahaya karena kadar timbal di bawah batas aman.
6	<p>Berdasarkan data tersebut, apa yang bisa disimpulkan tentang hubungan antara kadar PM2.5 dan jumlah kasus ISPA di tiap zona?</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Zona 1 sampai 3 mengalami penurunan kadar PM2.5, maka semakin rendah jumlah kasus ISPA. B. Zona 2 dengan kadar PM2.5 tertinggi memiliki jumlah kasus ISPA yang lebih banyak. C. Zona 2 dengan kadar PM2.5 lebih rendah memiliki jumlah kasus ISPA lebih sedikit dibandingkan Zona 3. D. Zona 1 dengan kadar PM2.5 tertinggi memiliki jumlah kasus ISPA yang lebih banyak.

NO	Soal																
	<p>E. Zona 1 dengan kadar PM2.5 lebih rendah memiliki jumlah kasus ISPA lebih sedikit dibandingkan Zona 3.</p>																
7	<p>Air limbah domestik dari pemukiman penduduk mengandung berbagai zat pencemar, seperti fosfat dari deterjen, nitrat dari sisa makanan dan pupuk, serta minyak dari aktivitas rumah tangga. Zat-zat ini, terutama fosfat dan nitrat, dapat menyebabkan fenomena eutrofikasi, yaitu ledakan pertumbuhan alga yang menyebabkan turunnya kadar oksigen dalam air. Hal ini mengganggu kehidupan organisme akuatik.</p> <p>Data pengujian kualitas air di tiga kawasan pemukiman menunjukkan kandungan zat pencemar sebagai berikut:</p> <p>Kandungan Zat Pencemar dalam Air Limbah Pemukiman</p> <table border="1" data-bbox="227 827 1008 1017"> <thead> <tr> <th data-bbox="227 827 422 867">Kawasan</th><th data-bbox="422 827 618 867">Fosfat (mg/L)</th><th data-bbox="618 827 814 867">Nitrat (mg/L)</th><th data-bbox="814 827 1008 867">Minyak (mg/L)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="227 867 422 906">Permukiman A</td><td data-bbox="422 867 618 906">1.2</td><td data-bbox="618 867 814 906">3.4</td><td data-bbox="814 867 1008 906">0.8</td></tr> <tr> <td data-bbox="227 906 422 946">Permukiman B</td><td data-bbox="422 906 618 946">3.8</td><td data-bbox="618 906 814 946">5.9</td><td data-bbox="814 906 1008 946">1.5</td></tr> <tr> <td data-bbox="227 946 422 1017">Permukiman C</td><td data-bbox="422 946 618 1017">4.5</td><td data-bbox="618 946 814 1017">7.2</td><td data-bbox="814 946 1008 1017">2.1</td></tr> </tbody> </table> <p>Jika risiko eutrofikasi ditentukan oleh jumlah total fosfat dan nitrat dalam air, kawasan mana yang memiliki risiko eutrofikasi tertinggi dan berapakah jumlah gabungan kedua zat pencemar tersebut?</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Permukiman A, dengan total 4.6 mg/L B. Permukiman B, dengan total 9.7 mg/L C. Permukiman C, dengan total 11.7 mg/L D. Permukiman A, dengan total 12.0 mg/L E. Permukiman B, dengan total 6.0 mg/L 	Kawasan	Fosfat (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Minyak (mg/L)	Permukiman A	1.2	3.4	0.8	Permukiman B	3.8	5.9	1.5	Permukiman C	4.5	7.2	2.1
Kawasan	Fosfat (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Minyak (mg/L)														
Permukiman A	1.2	3.4	0.8														
Permukiman B	3.8	5.9	1.5														
Permukiman C	4.5	7.2	2.1														

NO	Soal
8	<p>Perhatikan artikel dibawah ini untuk menjawab soal no 8-10!</p> <p style="text-align: center;">Evaluasi Efektivitas Solusi Penanganan Pencemaran di Kota Lestari</p> <p>Kota Lestari merupakan kota yang sedang berkembang dengan tiga zona utama yang memiliki karakteristik pencemaran berbeda. Pemerintah kota bekerja sama dengan beberapa pihak seperti akademisi, LSM lingkungan, dan warga setempat untuk mencoba tiga solusi lingkungan berbeda pada masing-masing zona selama 6 bulan terakhir. Tujuannya adalah untuk menurunkan pencemaran dan meningkatkan kesehatan masyarakat.</p> <p>Berikut profil ketiga zona tersebut:</p> <p>Zona A (Kawasan Industri): Terkenal sebagai daerah dengan banyak pabrik. Udara sering tercemar partikel halus (PM2.5), dan tanah di sekitar kawasan menunjukkan kandungan logam berat yang tinggi, terutama timbal (Pb).</p> <p>Zona B (Kawasan Permukiman Padat): Dipenuhi rumah-rumah warga yang padat dan sistem sanitasi yang buruk. Air limbah rumah tangga langsung dibuang ke saluran tanpa pengolahan, menyebabkan tingginya kadar COD dan menyebabkan banyak kasus diare.</p> <p>Zona C (Kawasan Pertanian Intensif): Merupakan daerah dengan penggunaan pupuk kimia dan pestisida tinggi. Air di saluran pertanian menunjukkan kadar fosfat dan COD yang tinggi.</p> <p>Data hasil pemantauan selama 6 bulan setelah intervensi lingkungan diberikan disajikan dalam tabel dan grafik berikut:</p>

NO	Soal				
	Zona	Jenis Intervensi	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	COD (mg/L)	Pb Tanah (ppm)
	A	Taman vertikal + filter udara industri	88 → 54	30 → 28	4.8 → 4.6
	B	Biofilter limbah rumah tangga	38 → 36	126 → 64	1.0 → 1.0
	C	Kompos limbah pertanian + drainase alami	36 → 38	92 → 85	2.1 → 2.3

Perubahan Kasus Gangguan Kesehatan per Zona

Zona	Kasus Awal (Blue Bar)	Kasus Terakhir (Green Bar)
Zona A (Industri)	~175	~90
Zona B (Permukiman)	~105	~40
Zona C (Pertanian)	~50	~60

Grafik Perubahan Kasus Gangguan Kesehatan per Zona

Dari data COD sebagai indikator pencemaran air, manakah zona yang menunjukkan efektivitas tertinggi dalam menurunkan pencemaran air

NO	Soal
8	<p>dan mengapa solusi yang diterapkan dapat dianggap paling berkelanjutan?</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Zona A, karena COD turun paling stabil meski bukan daerah pemukiman. B. Zona B, karena COD turun drastis dan biofilter mendukung siklus alami tanpa bahan kimia. C. Zona C, karena COD turun sambil meningkatkan efisiensi pertanian. D. Zona B, karena intervensi dilakukan langsung di sumber limbah industri. E. Zona A, karena pencemaran airnya paling ringan sejak awal.
9	<p>Dalam hal pengurangan pencemaran udara, manakah zona yang menunjukkan efektivitas intervensi tertinggi dengan pendekatan yang etis dan berkelanjutan?</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Zona A, karena berhasil menurunkan PM2.5 dengan solusi berbasis alam dan teknologi. B. Zona B, karena PM2.5 tidak mengalami peningkatan. C. Zona C, karena PM2.5 tidak terlalu tinggi meskipun tidak turun. D. Zona A, karena menghilangkan seluruh sumber polusi udara. E. Zona B, karena biofilter juga berfungsi sebagai penyaring udara.
10	<p>Zona manakah dalam kasus Kota Lestari yang seharusnya mengganti atau menambah jenis solusi karena hasil intervensi menunjukkan potensi dampak negatif terhadap tanah?</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Zona A, karena kadar Pb tanah masih tinggi meski turun sedikit B. Zona B, karena kadar Pb tidak berubah sama sekali

No	Soal
	<p>C. Zona C, karena kadar Pb meningkat setelah intervensi dilakukan D. Zona A, karena taman vertikal tidak berdampak langsung ke tanah E. Zona B, karena biofilter hanya mempengaruhi air, bukan tanah</p>
11	<p>Saluran irigasi di wilayah Desa Karangturi, Kecamatan Mrebet, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah, berubah warna menjadi hitam pekat dan mengeluarkan bau menyengat. Kondisi ini diduga akibat limbah dari pabrik wig palsu di sekitar lokasi. Warga mengeluhkan bahwa air tidak bisa lagi digunakan untuk mengairi sawah dan menyebabkan tanaman menjadi layu. Beberapa laporan juga menyebutkan adanya ikan mati di saluran tersebut. Pemerintah daerah setempat sedang melakukan penyelidikan dan mengimbau pabrik-pabrik untuk memperbaiki pengolahan limbah mereka.</p> <p>Jika Anda ditunjuk sebagai bagian dari tim lingkungan sekolah untuk membantu menyelesaikan masalah ini, solusi apa yang paling tepat untuk dirancang?</p> <p>A. Mengusulkan pengecoran beton di dasar saluran irigasi agar air limbah tidak meresap ke tanah B. Membuat saluran limbah baru yang langsung membuang air kotor ke sungai besar tanpa pengolahan C. Memberikan bantuan pupuk kimia gratis agar tanaman tetap subur meski air tercemar D. Mengadakan pelatihan tentang pengelolaan limbah pabrik yang ramah lingkungan serta membangun taman bioremediasi di sekitar saluran irigasi</p>

No	Soal
	<p>E. Menutup semua pabrik wig di sekitar area irigasi tanpa memberikan solusi lebih lanjut</p>
12	<p>Warga di Desa Wirasana, Purbalingga, mengeluhkan aktivitas pembakaran limbah plastik oleh CV Berkah Sari Bumi Abadi yang menimbulkan asap pekat dan bau menyengat. Pembakaran dilakukan di dekat pemukiman warga dan menyebabkan gangguan pernapasan, terutama pada anak-anak dan lansia. DLH Purbalingga telah melakukan tindak lanjut dengan mengecek lokasi dan meminta perusahaan untuk menghentikan kegiatan pembakaran terbuka. Namun, warga berharap adanya solusi jangka panjang agar aktivitas industri tidak mencemari udara dan lingkungan sekitar.</p> <p>Jika Anda ditunjuk sebagai bagian dari tim lingkungan sekolah untuk membantu mengatasi masalah tersebut, solusi apa yang paling tepat untuk dirancang?</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Menyediakan masker gratis kepada warga setiap pekan agar terlindung dari asap B. Membuat cerobong asap tinggi agar asap tidak langsung ke pemukiman C. Menutup seluruh kegiatan industri kecil yang menghasilkan limbah plastik D. Meningkatkan pengawasan dengan memasang CCTV untuk memantau aktivitas pembakaran

NO	Soal
	<p>E. Mengadakan pelatihan pengelolaan limbah plastik menjadi produk paving block serta membuat zona hijau penahan polusi di sekitar pabrik</p>
13	<p>Pemerintah Kabupaten Purbalingga menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan sampah. Volume sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) terus meningkat, sementara kapasitas TPA semakin terbatas. Berbagai upaya telah dilakukan, seperti kampanye pengurangan sampah dari sumbernya, pembuatan bank sampah di berbagai desa, serta pelatihan daur ulang sampah menjadi produk bernilai ekonomis. Meskipun demikian, kesadaran masyarakat untuk memilah sampah di rumah masih tergolong rendah, sehingga diperlukan strategi tambahan untuk mengurangi beban sampah yang masuk ke TPA. Warga berharap adanya solusi jangka panjang agar volume sampah yang masuk ke TPA dapat dikurangi secara berkelanjutan.</p> <p>Jika Anda ditugaskan sebagai tim lingkungan sekolah untuk membantu mengatasi masalah tersebut, solusi apa yang paling tepat untuk dirancang?</p> <ol style="list-style-type: none"> A. Membuat tempat pembuangan sampah baru yang lebih besar di setiap kecamatan B. Mengadakan lomba memilah sampah di tingkat sekolah dan komunitas, disertai program pelatihan daur ulang untuk menghasilkan produk bernilai jual C. Membakar sampah organik secara massal di lapangan terbuka

NO	Soal
	<p>D. Membagikan plastik kresek gratis kepada warga agar lebih mudah membuang sampah</p> <p>E. Mengangkut sampah ke daerah tetangga yang masih memiliki lahan kosong</p>
14	<p>Limbah industri dibedakan menjadi limbah organik, anorganik, dan B3. Pengelolaan limbah yang kurang tepat dapat mencemari air, tanah, dan udara. Salah satu upaya mengurangi pencemaran adalah dengan mendaur ulang limbah menjadi produk berguna, seperti pembuatan paving block dari limbah plastik atau kompos dari limbah organik.</p> <p>Jika sekolah Anda ingin membantu mengurangi dampak limbah industri di lingkungan sekitar, solusi apa yang paling tepat dilakukan?</p> <p>A. Menyediakan lebih banyak tempat sampah umum tanpa memilah jenis limbah</p> <p>B. Membakar limbah plastik di area terbuka sekolah untuk mengurangi volume</p> <p>C. Membuat program inovasi produk daur ulang dari limbah industri seperti pembuatan paving block atau kerajinan tangan</p> <p>D. Menimbun limbah industri di lahan kosong agar tidak terlihat warga</p> <p>E. Membuang limbah industri ke sungai agar cepat hilang dari lingkungan sekolah</p>
15	<p>Pengelolaan limbah B3, diperlukan upaya khusus karena limbah jenis ini berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Salah satu pendekatan yang dianjurkan adalah mengubah limbah B3 yang masih dapat</p>

No	Soal
	<p>dimanfaatkan menjadi bahan baku alternatif atau produk baru yang aman.</p> <p>Jika Anda menjadi bagian dari tim pengelola lingkungan sekolah yang berdekatan dengan pabrik kimia, solusi apa yang paling tepat untuk dilakukan secara ramah lingkungan?</p> <ol style="list-style-type: none"> Menyimpan limbah B3 di gudang sekolah dalam jangka panjang Membuat program konversi limbah B3 tertentu menjadi bahan bangunan alternatif melalui teknologi stabilisasi Membiarakan limbah B3 terpapar hujan dan panas agar hancur sendiri Mengubur limbah B3 langsung di belakang sekolah Menutupi limbah B3 dengan plastik tebal
16	<p>Upaya mengelola limbah organik dari industri, salah satu metode inovatif yang kini banyak digunakan adalah teknologi biokonversi. Teknologi ini melibatkan pemanfaatan larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF), yang mampu mengurai limbah organik dengan cepat. Hasil dari proses ini tidak hanya mengurangi volume sampah, tetapi juga menghasilkan produk bernilai ekonomi seperti pakan ternak dan pupuk organik. Metode ini melakukan pengelolaan limbah menjadi lebih ramah lingkungan, ekonomis, dan berkelanjutan.</p> <p>Berdasarkan bacaan di atas solusi apa yang paling sesuai untuk diterapkan?</p> <ol style="list-style-type: none"> Membakar seluruh limbah organik di area industri untuk mengurangi bau

No	Soal
	<p>B. Menggunakan teknologi biokonversi dengan larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF) untuk mengolah limbah menjadi produk bernilai ekonomis</p> <p>C. Menyiram limbah organik ke jalanan agar cepat mengering</p> <p>D. Mencampurkan limbah organik dengan limbah B3 agar lebih cepat busuk</p> <p>E. Menyediakan drum tertutup untuk menampung limbah tanpa proses pengolahan</p>

Lampiran 15. Nilai *Pretest-Posttest* Soal HOTS Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kode	Kelas Eksperimen		Kode	Kelas Kontrol	
	Pretest	Posttest		Pretest	Posttest
A1	38	75	B1	13	50
A2	25	81	B2	63	56
A3	19	75	B3	63	38
A4	25	75	B4	38	50
A5	31	69	B5	44	44
A6	6	75	B6	69	56
A7	19	81	B7	63	44
A8	50	63	B8	69	56
A9	25	75	B9	38	63
A10	56	63	B10	50	50
A11	19	81	B11	56	63
A12	44	88	B12	19	56
A13	31	81	B13	6	44
A14	50	75	B14	88	81
A15	69	88	B15	25	38
A16	13	56	B16	56	56
A17	44	69	B17	44	44
A18	19	81	B18	13	50
A19	13	69	B19	44	56
A20	38	94	B20	44	38
A21	38	69	B21	56	69
A22	19	56	B22	50	56
A23	19	63	B23	63	44
A24	13	75	B24	63	75
A25	38	75	B25	19	31
A26	38	75	B26	38	44
A27	31	81	B27	38	38
A28	25	50	B28	44	50
A29	19	63	B29	50	44
A30	31	56	B30	50	56
A31	63	81	B31	63	31
A32	6	63	B32	31	50
A33	56	56	B33	56	44
A34	6	69	B34	6	31
A35	56	75			

Lampiran 16. Perbandingan Nilai *Pretest-Posttest* Perindikator Soal HOTS Kelas Eksperimen dan Kontrol

Pretest Kelas Eksperimen

Kode Nama	PRETEST HOTS EKSPERIMEN										C6					Jumlah		
	S1	S3	S4	S5	S7	S8	S10	Jumlah	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	
B1	0	0	0	1	1	0	0	2	1	1	0	2	0	0	1	0	1	2
B2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
B3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
B4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
B5	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	1	1	0	1	1	0	2
B6	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
B8	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	1	0	1	1	4
B9	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
B10	0	0	0	1	1	0	1	3	0	0	1	1	1	0	1	1	1	5
B11	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
B12	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	1	1	1	4
B13	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	1	0	1	2
B14	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2	1	0	1	1	1	5
B15	0	0	1	0	1	0	1	3	1	1	1	3	1	0	1	1	1	5
B16	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B17	0	0	0	0	1	0	1	2	0	1	0	1	0	0	1	1	1	4
B18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	2
B19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
B20	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1	1	0	1	0	1	0	3
B21	0	0	0	1	0	1	1	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
B22	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1
B23	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
B24	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
B25	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	5
B26	1	0	1	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
B27	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	2	0	1	0	0	1	2
B28	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3
B29	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
B30	0	0	0	1	1	0	0	2	1	0	1	2	1	0	0	0	0	1
B31	1	1	1	0	0	0	0	3	0	1	1	2	1	0	1	1	1	5
B32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
B33	1	0	1	0	1	0	1	1	5	1	0	1	2	0	0	1	0	2
B34	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B35	1	0	1	0	1	1	1	4	1	0	0	1	1	0	1	1	1	4
	Jumlah										33	C6					78	
	Max										105	C6					210	
	Min										0	C6					0	
	Rata-rata										0,9429	C6					2,2286	
	PRESENTASE										31	C6					37	

Pretest Kelas Kontrol

Kode Nama	C4						Jumlah	CS			Jumlah	C6						Jumlah
	S1	S3	S4	S5	S7	S8		S11	S12	S13		S14	S15	S16	S17	S18	S19	
A1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
A2	0	1	0	0	0	1	1	3	0	1	2	1	0	1	1	1	1	5
A3	1	1	1	0	0	0	0	3	1	0	2	1	0	1	1	1	1	5
A4	1	0	0	0	0	1	1	3	0	1	0	0	0	1	1	0	0	2
A5	0	1	0	0	0	1	1	3	0	1	0	1	0	0	1	0	1	3
A6	1	1	0	1	0	0	1	4	1	0	1	2	1	0	1	1	1	5
A7	0	1	1	1	0	1	0	4	1	1	0	2	1	0	0	1	1	4
A8	1	1	1	1	0	0	1	5	1	1	0	2	1	0	0	1	1	4
A9	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	4
A10	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	1	1	1	5
A11	0	1	0	1	0	0	1	3	0	1	0	1	1	0	1	1	1	5
A12	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0
A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
A14	1	1	1	1	1	1	0	6	1	1	1	3	1	0	1	1	1	5
A15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	2
A16	1	0	0	0	0	1	0	2	1	1	0	2	1	0	1	1	1	5
A17	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	1	5
A18	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	1	1	1	5
A20	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	5
A21	1	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0	2	1	0	1	1	1	5
A22	1	1	0	0	1	1	0	4	1	0	0	1	1	0	0	0	1	3
A23	1	1	1	1	0	0	0	4	0	0	1	1	1	0	1	1	1	5
A24	1	0	1	0	0	1	1	4	1	0	0	1	1	0	1	1	1	5
A25	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A26	1	1	1	0	0	0	1	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
A27	1	0	1	0	0	0	0	2	1	0	1	2	0	1	0	0	1	2
A28	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	0	0	1	1	4
A29	0	0	1	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
A30	1	1	1	1	1	0	1	6	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
A31	1	1	1	0	0	0	1	4	1	1	0	2	0	1	0	1	1	4
A32	0	0	1	1	0	0	1	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
A33	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	5
A34	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah						87	44			44	113						113	
Max						238	102			102	204						204	
Min						0	0			0	0						0	
Rata-rata						2,5588	1,29412			1,29412	3,23535						3,23535	
PRESENTASE						37	43			43	55						55	

Posttest Kelas Eksperimen

Kode Siswa	C4										POSTTEST HOTS EKSPERIMEN			C6					Jumlah
	S1	S3	S4	S5	S7	S8	S10	Jumlah	S11	S12	S13	Jumlah	S14	S15	S16	S17	S18	S19	
B1	1	0	1	1	0	1	0	4	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	6
B2	1	1	1	1	1	0	1	6	0	1	1	2	1	1	1	1	0	1	5
B3	0	1	1	1	1	1	1	6	0	1	1	2	0	1	1	1	0	1	4
B4	1	0	0	0	1	1	1	4	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	6
B5	1	0	1	0	1	1	1	5	1	1	0	2	0	1	1	0	1	1	4
B6	0	0	1	1	1	1	1	5	1	1	0	2	1	1	0	1	1	1	5
B7	1	1	0	1	1	1	1	6	1	0	1	2	1	0	1	1	1	1	5
B8	1	1	0	1	0	1	1	5	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	4
B9	1	1	0	1	1	0	1	5	0	1	1	2	0	1	1	1	1	1	5
B10	1	0	1	1	1	0	0	4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6
B11	1	1	1	1	1	1	1	7	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	5
B12	1	1	1	1	1	1	1	7	0	1	1	2	1	0	1	1	1	1	5
B13	1	1	1	1	1	0	1	6	0	1	1	2	1	1	0	1	1	1	5
B14	1	1	1	1	1	0	1	6	0	1	1	2	1	0	1	1	0	1	4
B15	1	1	1	1	0	1	1	6	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	6
B16	0	1	0	1	0	1	0	3	1	1	0	2	0	1	1	0	1	1	4
B17	1	0	0	0	1	0	1	3	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	6
B18	0	1	1	1	1	1	1	6	0	1	1	2	1	1	1	1	0	1	5
B19	1	0	0	1	1	0	1	4	0	1	1	2	1	0	1	1	1	1	5
B20	1	1	1	1	1	1	1	7	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	6
B21	1	1	1	1	0	0	0	4	0	1	1	2	1	0	1	1	1	1	5
B22	0	1	0	1	0	0	0	2	1	1	1	3	1	0	1	0	1	1	4
B23	1	1	1	0	1	0	0	4	0	1	1	2	0	1	1	0	1	1	4
B24	1	0	1	1	1	0	1	5	0	1	1	2	1	0	1	1	1	1	5
B25	1	0	1	0	1	0	1	4	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	6
B26	1	1	1	1	1	1	1	7	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	4
B27	1	0	1	1	0	1	1	5	1	1	1	3	1	1	0	1	1	1	5
B28	1	1	1	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
B29	1	1	1	0	1	1	0	5	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	4
B30	1	0	0	1	0	0	1	3	1	0	1	2	1	1	0	1	0	1	4
B31	1	1	1	1	1	1	0	6	0	1	1	2	1	0	1	1	1	1	5
B32	1	1	1	1	0	0	0	4	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	5
B33	1	0	1	0	1	0	1	4	1	0	1	2	0	0	1	0	1	1	3
B34	1	1	1	1	1	1	0	6	0	1	1	2	1	0	0	1	1	0	3
B35	1	0	0	1	1	0	1	4	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	6
Jumlah								173					63						167
Max								245					105						210
Min								0					0						0
Rata-rata								1,04					1,8						4,7714
PRESENTASE								71					60						80

Posttest Kelas Kontrol

Kode Siswa	POSTTEST HOTS KONTROL										Jumlah						
	C4					C5			C6								
	S1	S3	S4	S5	S7	S8	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	
A1	1	0	1	0	1	0	0	3	1	0	0	1	1	1	0	1	4
A2	0	1	0	0	1	0	1	3	0	1	1	2	1	0	1	1	4
A3	0	0	1	0	1	1	0	3	1	0	0	1	0	1	0	1	2
A4	0	0	1	1	0	0	0	2	0	1	1	2	0	0	1	1	4
A5	0	0	1	1	0	0	0	2	0	1	1	2	1	0	1	0	3
A6	0	1	1	0	1	0	0	3	0	0	1	1	1	0	1	1	5
A7	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	1	1	4
A8	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	6
A9	0	0	1	0	0	1	0	2	1	1	1	3	1	0	1	1	5
A10	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	1	1	0	1	1	5
A11	1	0	1	1	0	1	0	4	0	1	1	2	1	1	0	1	4
A12	0	1	1	0	0	1	0	3	1	0	1	2	1	0	1	1	4
A13	1	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	1	0	1	0	1	4
A14	1	0	1	1	1	0	1	5	0	1	1	2	1	1	1	1	6
A15	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	1	3
A16	1	0	0	1	0	0	1	3	1	0	0	1	1	0	1	1	5
A17	0	0	1	0	0	1	0	2	1	1	1	3	0	1	0	0	2
A18	1	0	0	1	1	1	0	4	0	0	1	1	0	1	0	1	3
A19	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	2	1	0	1	1	5
A20	1	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	1	3
A21	1	1	0	1	1	1	0	5	1	0	1	2	0	1	0	1	4
A22	1	0	1	0	0	1	0	3	0	1	1	2	0	1	1	1	4
A23	1	0	0	0	1	1	0	3	0	1	1	2	0	1	0	0	2
A24	0	0	1	0	1	1	1	4	1	0	1	2	1	1	1	1	6
A25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	1	0	3
A26	0	0	0	1	1	0	0	2	1	0	1	2	0	1	0	1	0
A27	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	2	0	1	0	1	2
A28	0	0	1	1	0	0	0	2	1	1	0	2	1	0	0	1	4
A29	1	0	1	0	1	0	1	4	0	1	0	1	0	0	1	0	2
A30	0	1	0	0	0	0	1	2	1	1	1	3	0	1	1	1	4
A31	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	1	1	1	0	0	1	2
A32	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	1	2	0	1	1	1	4
A33	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	0	1	0	4
A34	1	0	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Jumlah								89	Jumlah			55	Jumlah				127
Max								238	Max			102	Max				204
Min								0	Min			0	Min				0
Rata-rata								2,6176	Rata-rata			1,6176	Rata-rata				3,7353
PRESENTASE								37	PRESENTASE			54	PRESENTASE				62

Lampiran 17. Uji Normalitas Instrumen Soal *Higher Order Thinking Skills*

Tests of Normality				
	Kelas	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pretest	kontrol	.954	34	.160
	eksperimen	.952	35	.128
Posttest	kontrol	.944	34	.084
	eksperimen	.956	35	.171

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 18. Uji Homogenitas Instrumen Soal *Higher Order Thinking Skills*

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a				
Dependent Variable: Posttest				
F	df1	df2	Sig.	
.022	1	67	.882	

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.^a

a. Design: Intercept + Kelas + Pretest

Lampiran 19. Uji ANCOVA Instrumen Soal *Higher Order Thinking Skills*

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Posttest						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	9399.790 ^b	2	4.699.895	43.147	.000	.567
Intercept	35.585.029	1	35.585.029	326.682	.000	.832
Kelas	9.380.730	1	9.380.730	86.118	.000	.566
Pretest	941.218	1	941.218	8.641	.005	.116
Error	7.189.283	66	108.929			
Total	274.315.000	69				
Corrected Total	16.589.072	68				

a. R Squared = .567 (Adjusted R Squared = .553)

Lampiran 20. Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Kolaborasi

KISI KISI INSTRUMEN KETERAMPILAN KOLABORASI

1. Identitas

Sekolah : SMA Ma'arif NU Karanganyar

Mata pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : X/Genap

Teknik angket : Instrumen angket skala likert

2. Kisi-kisi

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					<i>Favorable</i>	<i>Unfavorable</i>
1	Bekerja secara produktif	Mampu menyelesaikan tugas dengan efisien dan tepat waktu	1	Saya selalu menyelesaikan tugas dalam kelompok sesuai	✓	

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					Favorable	Unfavorable
				dengan tenggat waktu yang telah disepakati.		
				2 Saya tidak bisa fokus pada tugas yang diberikan sehingga tidak dapat menyelesaiannya dengan baik		√
		Berkontribusi secara aktif dalam kelompok	3	Saya selalu berperan aktif dalam diskusi dan pelaksanaan tugas kelompok.	√	

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					Favorable	Unfavorable
			4	Saya tidak memberikan saran dan solusi dalam kelompok karena tidak mengerti materi		√
			5	Saya bertanya kepada teman, apabila ada hal yang kurang saya mengerti	√	
			6	Saya selalu merasa pendapat yang diberikan teman		√

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					Favorable	Unfavorable
				saya tidak berguna dalam menjawab tugas kelompok karena saya merasa pendapat saya yang paling benar		
		Menunjukkan inisiatif dalam menyelesaikan pekerjaan	7	Saya tidak menunggu instruksi untuk berkontribusi dalam kelompok.	√	
			8	Saya tidak mengetahui permasalahan yang dikerjakan dalam		√

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					<i>Favorable</i>	<i>Unfavorable</i>
				kelompok dalam kelompok		
2	Beradaptasi dalam berbagai peran atau kegiatan	Mampu menjalankan berbagai peran dalam tim dengan baik	9	Saya dapat menjalankan peran yang berbeda dalam kelompok sesuai kebutuhan.	√	
			10	Saya tidak terlalu nyaman menjalankan peran yang berbeda dalam kelompok, meskipun itu		√

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					<i>Favorable</i>	<i>Unfavorable</i>
				mungkin diperlukan.		
		Bersedia berpindah peran sesuai kebutuhan kelompok	11	Saya dapat beradaptasi dengan berbagai situasi dan anggota kelompok yang berbeda.	✓	
			12	Saya kesulitan untuk beradaptasi dengan berbagai situasi dan anggota kelompok yang berbeda.		✓
			13	Saya tidak keberatan jika harus	✓	

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					Favorable	Unfavorable
		Menerima tantangan dan perubahan dengan sikap positif		berganti peran dalam kerja kelompok demi mencapai tujuan bersama.		
		14 Teman sekelompok saya harus menerima keputusan yang telah saya buat sendiri			√	
		Mampu menyesuaikan diri dengan dinamika kelompok	15	Saya tidak mudah mengeluh ketika menghadapi	√	

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					Favorable	Unfavorable
				tantangan dalam kerja kelompok.		
3	Berkompromi	Mendengarkan dan mempertimbangkan pendapat anggota kelompok lain	16	Saya menghargai pendapat anggota lain dalam kelompok meskipun berbeda dengan saya.	√	
				Saya tidak menghargai pendapat teman saya yang berbeda pendapat dengan saya		√

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					Favorable	Unfavorable
		Mampu mencari solusi yang adil bagi semua anggota	18	Saya selalu berusaha mencari jalan tengah dalam setiap perbedaan pendapat.	√	
		Menunjukkan sikap terbuka terhadap saran dan kritik	19	Saya selalu mengutamakan keputusan bersama dibanding kepentingan pribadi.	√	
			20	Saya selalu beranggapan bahwa tugas kolaborasi		√

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					<i>Favorable</i>	<i>Unfavorable</i>
				merupakan tanggung jawab saya sendiri karena teman satu kelompok tidak bisa bekerja kelompok dengan baik		
		Tidak memaksakan kehendak pribadi dalam keputusan kelompok	21	Saya mengutamakan musyawarah untuk mencapai kesepakatan kelompok.	✓	

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					Favorable	Unfavorable
			22	Saya lebih suka mengambil keputusan sendiri daripada mengutamakan musyawarah untuk mencapai kesepakatan kelompok.		√
4	Tanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaan	Memenuhi tugas sesuai dengan peran dan kesepakatan kelompok	23	Saya selalu menyelesaikan tugas saya sesuai peran yang telah	√	

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					Favorable	Unfavorable
				diberikan dalam kelompok.		
			24	Saya harus diingatkan pada saat melaksanakan tugas		√
		Menunjukkan komitmen dalam menyelesaikan pekerjaan	25	Saya tetap bekerja keras menyelesaikan tugas meskipun menghadapi kesulitan.	√	
			26	Saya sering kali menyerah dan tidak berusaha keras		√

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					Favorable	Unfavorable
				untuk menyelesaikan tugas ketika menghadapi kesulitan.		
		Memberikan dukungan kepada anggota lain agar kelompok mencapai tujuan	27	Saya bersedia membantu anggota lain yang mengalami kesulitan.	√	
			28	Saya enggan untuk membantu anggota lain yang mengalami kesulitan.		√

No	Indikator Kolaboratif	Aspek Kemampuan	No Soal	Soal Angket	Pernyataan	
					Favorable	Unfavorable
		Mengakui kesalahan dan berusaha memperbaikinya jika diperlukan	29	Jika saya membuat kesalahan dalam tugas kelompok, saya bertanggung jawab dan berusaha memperbaikinya.	√	
			30	Jika saya membuat kesalahan dalam tugas kelompok, saya cenderung mengabaikannya dan tidak merasa perlu untuk memperbaikinya.		√

Lampiran 21. Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi Uji Coba

**INSTRUMEN ANGKET KETERAMPILAN
KOLABORASI UJI COBA**

Nama :

Kelas :

Angket ini bertujuan untuk mengukur keterampilan kolaborasi dalam kerja kelompok. Responden diminta untuk memberikan tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapatnya.

Petunjuk pengisian :

1. Isilah identitas anda dahulu
2. Bacalah pernyataan dengan seksama
3. Pilihlah jawaban pertanyaan sesuai dengan keadaan anda

Keterangan :

SS	: Sangat Setuju	TS	: Tidak Setuju
S	: Setuju	STS	: Sangat Tidak Setuju

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
1	Saya selalu menyelesaikan tugas dalam kelompok sesuai dengan tenggat waktu yang telah disepakati.				
2	Saya tidak bisa fokus pada tugas yang diberikan sehingga tidak dapat menyelesaiannya dengan baik				
3	Saya selalu berperan aktif dalam diskusi dan pelaksanaan tugas kelompok.				
4	Saya tidak memebrikan saran dan solusi dalam kelompok karena tidak mengerti materi				
5	Saya bertanya kepada teman, apabila ada hal yang kurang saya mengerti				
6	Saya selalu merasa pendapat yang diberikan teman saya tidak berguna dalam menjawab tugas kelompok karena saya merasa pendapat saya yang paling benar				
7	Saya tidak menunggu instruksi untuk berkontribusi dalam kelompok.				
8	Saya tidak mengetahui permasalahan yang dikerjakan dalam kelompok dalam kelompok				

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
9	Saya dapat menjalankan peran yang berbeda dalam kelompok sesuai kebutuhan.				
10	Saya tidak terlalu nyaman menjalankan peran yang berbeda dalam kelompok, meskipun itu mungkin diperlukan.				
11	Saya dapat beradaptasi dengan berbagai situasi dan anggota kelompok yang berbeda.				
12	Saya kesulitan untuk beradaptasi dengan berbagai situasi dan anggota kelompok yang berbeda.				
13	Saya tidak keberatan jika harus berganti peran dalam kerja kelompok demi mencapai tujuan bersama.				
14	Teman sekelompok saya harus menerima keputusan yang telah saya buat sendiri				
15	Saya tidak mudah mengeluh ketika menghadapi tantangan dalam kerja kelompok.				
16	Saya menghargai pendapat anggota lain dalam kelompok meskipun berbeda dengan saya.				

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
17	Saya tidak menghargai pendapat teman saya yang berbeda pendapat dengan saya				
18	Saya selalu berusaha mencari jalan tengah dalam setiap perbedaan pendapat.				
19	Saya selalu mengutamakan keputusan bersama dibanding kepentingan pribadi.				
20	Saya selalu beranggapan bahwa tugas kolaborasi merupakan tanggung jawab saya sendiri karena teman satu kelompok tidak bisa bekerja kelompok dengan baik				
21	Saya mengutamakan musyawarah untuk mencapai kesepakatan kelompok.				
22	Saya lebih suka mengambil keputusan sendiri daripada mengutamakan musyawarah untuk mencapai kesepakatan kelompok.				
23	Saya selalu menyelesaikan tugas saya sesuai peran yang telah diberikan dalam kelompok.				

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
24	Saya harus diingatkan pada saat melaksanakan tugas				
25	Saya tetap bekerja keras menyelesaikan tugas meskipun menghadapi kesulitan.				
26	Saya sering kali menyerah dan tidak berusaha keras untuk menyelesaikan tugas ketika menghadapi kesulitan.				
27	Saya bersedia membantu anggota lain yang mengalami kesulitan.				
28	Saya enggan untuk membantu anggota lain yang mengalami kesulitan.				
29	Jika saya membuat kesalahan dalam tugas kelompok, saya bertanggung jawab dan berusaha memperbaikinya.				
30	Jika saya membuat kesalahan dalam tugas kelompok, saya cenderung mengabaikannya dan tidak merasa perlu untuk memperbaikinya.				

Lampiran 22. Lembar Validasi Angket Keterampilan Kolaborasi

LEMBAR VALIDASI ANGKET KETERAMPAJILAN KOLABORASI

Validator : Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd
 NIP : 199204292019032025
 Tanggal Pengisian : 30 April 2025
 Nama Mahasiswa : Dyan Hamidah
 NIM : 2108086126
 Judul Penelitian : Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap *Higher Order Thinking Skills* Dan Keterampilan Kolaborasi Siswa Sma Kelas X

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari ibu terhadap angket keterampilan kolaborasi. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan ibu menjadi validator dengan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

- Fungsi lembar validasi ini untuk memberikan penilaian terhadap penilaian keterampilan kolaborasi siswa. Pemikiran rasional dari ibu akan sangat bermanfaat untuk meningkatkan kualitas angket ini. Berdasarkan alasan tersebut, diharapkan ibu berkenan menanggapi setiap indikator penilaian di bawah ini dengan menulis tanda checklist (✓) dalam kolom yang telah disediakan.
- Jika menurut ibu ada yang perlu diperbaiki mohon menuliskan saran pada kolom yang telah disediakan.

C. KETERANGAN SKALA PENILAIAN:

Skor 4 = Sangat Baik (SB)

Skor 3 = Baik (B)

Skor 2 = Kurang (K)

Skor 1 = Kurang Sekali (KS)

D. LEMBAR PENILAIAN

No	Indikator Penilaian	Skala Penilaian			
		KS	K	B	SB
1	Petunjuk penggunaan angket dinyatakan dengan jelas				✓
2	Kalimat pernyataan mudah dipahami dan tidak menimbulkan penafsiran ganda			✓	
3	Penggunaan tata bahasa sesuai EYD (Ejaan yang disempurnakan)				✓
4	Kesesuaian pernyataan dengan indikator kolaborasi				✓
5	Pernyataan yang diajukan dapat mengungkapkan kolaborasi yang dimiliki oleh siswa			✓	
Jumlah					

Sumber : Adaptasi (Angkalawi, 2023)

E. Komentar dan Saran:

.....

Nilai kelayakan instrumen angket keterampilan kolaborasi siswa

$$= \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah maksimal skor}} \times 100\%$$

$$= \frac{18}{20} \times 100\%$$

Nilai Kelayakan = 90

Tabel kriteria kelayakan keterampilan kolaborasi siswa

No	Presentase Penilaian	Kriteria
1	80-100	Baik Sekali
2	66-79	Baik
3	56-65	Cukup
4	40-55	Kurang
5	0-39	Gagal

Sumber: (Arikunto, 2009)

F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan kesimpulan ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan penilaian ibu.

1. Valid untuk diuji coba tanpa revisi
2. Valid untuk diuji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak atau belum valid untuk diuji cobakan

Semarang, 30 April 2025

Validator

Ndzani Latifatur Rofiah, M.Pd

NIP. 199204292019032025

Lampiran 23. Hasil Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi Uji Coba

Kode Nama	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	Total	Nilai		
RV-1	3	3	2	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	2	2	3	4	3	1	3	88	73		
RV-2	3	3	4	4	2	1	4	3	3	1	4	3	2	4	4	2	4	4	4	4	4	4	2	4	4	1	2	4	69	78				
RV-3	4	4	4	4	2	1	4	4	4	4	4	2	3	4	2	4	4	4	4	4	4	1	4	2	3	2	4	4	2	4	94	78		
RV-4	4	2	2	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	2	3	3	1	4	3	1	3	2	3	83	69			
RV-5	2	3	3	3	3	1	4	2	3	3	2	4	1	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	2	1	2	3	3	1	4	88	73		
RV-6	4	3	3	3	4	4	3	3	2	2	4	1	3	2	4	4	4	4	4	4	2	4	4	1	1	3	3	4	3	4	91	76		
RV-7	2	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	2	3	2	3	2	4	3	4	4	3	4	3	2	2	1	2	3	3	1	4	81	68	
RV-8	3	3	1	4	4	4	3	4	4	4	3	3	2	3	3	4	4	4	1	4	4	4	4	3	3	1	4	3	4	3	4	101	84	
RV-9	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	2	2	3	2	3	4	4	1	2	2	3	4	2	3	4	3	4	86	72	
RV-10	2	3	4	3	3	4	2	3	3	2	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3	2	4	3	4	89	74	
RV-11	4	3	1	2	4	3	4	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	4	2	4	4	3	4	84	70	
RV-12	3	3	3	2	1	4	4	4	3	2	2	4	3	3	4	3	2	4	3	2	4	2	2	1	4	3	3	4	4	3	4	91	76	
RV-13	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4	2	2	3	3	3	2	3	85	71		
RV-14	3	3	3	3	1	4	3	3	1	2	3	2	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	4	3	4	86	72	
RV-15	3	3	3	3	4	3	4	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	1	4	81	68		
RV-16	3	1	3	1	2	4	2	3	4	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	2	2	3	3	2	4	3	4	84	70	
RV-17	3	3	4	3	2	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	2	4	3	4	89	74		
RV-18	3	2	3	2	1	4	1	3	3	2	3	2	3	2	4	4	4	3	3	2	2	2	4	3	3	2	3	3	2	3	83	69		
RV-19	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	2	4	2	2	3	4	2	2	4	4	4	1	4	3	3	2	1	4	3	4	92	77		
RV-20	4	2	2	2	4	2	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	2	1	1	1	1	86	72		
RV-21	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	2	3	3	2	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	91	76		
RV-22	3	3	3	3	1	4	4	3	3	3	4	2	2	4	4	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	1	2	3	4	84	70		
RV-23	2	2	3	2	3	2	4	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	75	61	
RV-24	2	3	3	2	2	4	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	4	3	2	3	83	69		
RV-25	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	79	66		
RV-26	4	2	2	2	4	1	4	3	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	1	2	4	4	1	3	3	95	79		
RV-27	4	3	2	3	4	4	4	4	2	3	3	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	3	3	4	2	4	99	83			
RV-28	4	3	3	4	3	4	3	3	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	2	1	4	3	3	2	4	95	79			
RV-29	4	3	3	4	3	4	3	3	3	2	2	3	1	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	2	1	4	3	4	98	82			
RV-30	2	3	3	3	4	3	3	3	3	2	2	3	1	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	2	3	4	3	2	4	3	89	74		
RV-31	2	1	4	4	4	2	3	3	2	3	2	3	2	3	4	4	4	2	2	3	3	2	1	2	3	2	3	2	3	79	66			
RV-32	4	3	1	4	2	3	3	3	2	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	2	2	3	3	4	3	4	1	4	95	79			
RV-33	4	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	84	70		
RV-34	3	2	4	3	3	4	4	3	3	2	2	2	3	3	3	4	2	4	4	2	3	2	3	3	3	2	4	3	4	89	74			
RV-35	3	2	2	2	1	4	3	3	3	2	2	2	2	3	3	4	4	4	3	3	3	4	2	1	2	3	3	3	1	3	81	68		
RV-36	3	2	1	2	4	3	4	2	2	4	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	76	63	
RV-37	4	4	3	4	3	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4	100	88
RV-38	2	3	2	4	3	4	2	3	2	1	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	2	3	3	3	4	3	3	52	77		
RV-39	4	2	1	4	4	2	3	1	3	2	3	4	2	3	4	2	4	4	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	90	75			
RV-40	3	3	3	3	2	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	4	2	2	3	3	4	2	2	2	4	4	4	2	4	87	73			
RV-41	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	2	4	4	3	4	4	1	3	2	2	4	1	3	4	4	93	78			
RV-42	3	2	3	3	3	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	98	82	
RV-43	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	78	65		
RV-44	3	4	2	3	2	4	3	1	1	2	4	3	2	3	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	78	65		
RV-45	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	4	2	2	3	2	4	3	3	4	3	2	2	3	2	3	3	2	1	3	80	67			
RV-46	3	3	4	4	3	4	3	3	2	3	2	2	3	3	4	3	3	3	4	4	2	2	2	4	3	3	2	3	3	3	90	75		
RV-47	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	76	63			
RV-48	3	3	3	3	2	4	4	3	3	2	2	2	4	2	4	2	4	3	3	4	4	2	2	3	3	3	4	2	3	4	95	79		
RV-49	4	3	3	4	2	4	4	3	2	3	1	2	4	4	3	4	4	4	4	4	4	2	3	3	4	2	3	4	4	95	79			
RV-50	3	3	3	3	1	4	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	83	69		
RV-51	3	4	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	79	65		
RV-52	2	3	2	3	3	2	3	2	2	1	2	3	4	3	3	3	4	3	3	2	2	4	2	2	2	3	3	4	2	3	81	68		
RV-53	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	1	3	4	4	3	3	4	3	1	1	3	3	3	4	3	3	3	3	97	81			
RV-54	4	2	2	3	4	4	2	3	2	2	4	2	2	4	2	4	2	4	3	4	3	3	3	4	2	4	2	4	93	78				

Lampiran 24. Uji Validitas Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi

Lampiran 25. Uji Reliabilitas Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
S1	568.148	29.097	.370	.752
S2	572.778	29.487	.328	.755
S3	570.926	28.576	.408	.749
S4	565.000	29.802	.238	.762
S5	569.444	30.657	.131	.770
S6	570.185	30.434	.276	.759
S7	572.407	30.526	.158	.767
S8	572.222	28.667	.335	.755
S9	569.259	29.240	.371	.752
S10	571.667	30.066	.143	.773
S11	565.926	28.284	.551	.740
S12	564.815	28.594	.623	.740
S13	567.593	28.979	.306	.757
S14	569.815	29.339	.304	.757
S15	565.185	29.160	.509	.746
S16	566.111	27.827	.721	.732
S17	567.963	30.090	.224	.763
S18	570.926	29.331	.229	.765
S19	566.296	27.898	.501	.742

Lampiran 26. Instrumen Angket Penelitian Keterampilan Kolaborasi

**INSTRUMEN ANGKET PENELITIAN
KETERAMPILAN KOLABORASI**

Nama :

Kelas :

Angket ini bertujuan untuk mengukur keterampilan kolaborasi dalam kerja kelompok. Responden diminta untuk memberikan tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapatnya.

Petunjuk pengisian :

1. Isilah identitas anda dahulu
2. Bacalah pernyataan dengan seksama
3. Pilihlah jawaban pertanyaan sesuai dengan keadaan anda

Keterangan :

SS : Sangat Setuju **TS** : Tidak Setuju

S : Setuju **STS** : Sangat Tidak Setuju

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
1	Saya selalu menyelesaikan tugas dalam kelompok sesuai dengan tenggat waktu yang telah disepakati.				
2	Saya tidak bisa fokus pada tugas yang diberikan sehingga tidak dapat menyelesaiannya dengan baik				
4	Saya tidak memebrikan saran dan solusi dalam kelompok karena tidak mengerti materi				
6	Saya selalu merasa pendapat yang diberikan teman saya tidak berguna dalam menjawab tugas kelompok karena saya merasa pendapat saya yang paling benar				
7	Saya tidak menunggu instruksi untuk berkontribusi dalam kelompok.				
8	Saya tidak mengetahui permasalahan yang dikerjakan dalam kelompok dalam kelompok				
10	Saya tidak terlalu nyaman menjalankan peran yang berbeda dalam kelompok, meskipun itu mungkin diperlukan.				

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
13	Saya tidak keberatan jika harus berganti peran dalam kerja kelompok demi mencapai tujuan bersama.				
14	Teman sekelompok saya harus menerima keputusan yang telah saya buat sendiri				
15	Saya tidak mudah mengeluh ketika menghadapi tantangan dalam kerja kelompok.				
16	Saya menghargai pendapat anggota lain dalam kelompok meskipun berbeda dengan saya.				
17	Saya tidak menghargai pendapat teman saya yang berbeda pendapat dengan saya				
19	Saya selalu mengutamakan keputusan bersama dibanding kepentingan pribadi.				
20	Saya selalu beranggapan bahwa tugas kolaborasi merupakan tanggung jawab saya sendiri karena teman satu kelompok tidak bisa bekerja kelompok dengan baik				

No	Pernyataan	Respon			
		SS	S	TS	STS
21	Saya mengutamakan musyawarah untuk mencapai kesepakatan kelompok.				
22	Saya lebih suka mengambil keputusan sendiri daripada mengutamakan musyawarah untuk mencapai kesepakatan kelompok.				
26	Saya sering kali menyerah dan tidak berusaha keras untuk menyelesaikan tugas ketika menghadapi kesulitan.				
28	Saya enggan untuk membantu anggota lain yang mengalami kesulitan.				
30	Jika saya membuat kesalahan dalam tugas kelompok, saya cenderung mengabaikannya dan tidak merasa perlu untuk memperbaikinya.				

Lampiran 27. Nilai *Pretest-Posttest* Ketereampilan Kolaborasi Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kode	Kelas Eksperiment		Kode	Kelas Kontrol	
	Pretest	Posttest		Pretest	Posttest
A1	55	78	B1	54	58
A2	61	80	B2	50	63
A3	61	83	B3	53	62
A4	57	72	B4	55	67
A5	58	74	B5	57	66
A6	58	71	B6	57	63
A7	58	75	B7	46	64
A8	61	76	B8	59	62
A9	54	74	B9	51	63
A10	58	75	B10	59	67
A11	61	72	B11	54	70
A12	55	75	B12	59	67
A13	57	79	B13	59	55
A14	55	78	B14	61	64
A15	59	79	B15	58	68
A16	62	74	B16	58	62
A17	53	72	B17	55	59
A18	55	75	B18	57	72
A19	57	76	B19	61	66
A20	59	80	B20	61	62
A21	57	76	B21	55	66
A22	54	78	B22	55	67
A23	58	82	B23	62	64
A24	61	72	B24	54	68
A25	58	74	B25	58	70
A26	58	82	B26	63	57
A27	55	76	B27	64	68
A28	54	79	B28	46	66
A29	57	71	B29	62	67
A30	53	78	B30	61	67
A31	57	79	B31	58	64
A32	64	75	B32	59	66
A33	59	71	B33	57	57
A34	55	74	B34	57	68
A35	55	72			

Lampiran 28. Perbandingan Nilai *Pretest-Posttest* Angket Perindikator Keterampilan Kolaborasi Kelas Eksperimen dan Kontrol

Pretest Kelas Eksperimen

PRETEST KOLAB EKSPERIMEN																							
Kode Nama	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Jumlah	S7	S8	S9	S10	Jumlah	S11	S12	S13	S14	S15	S16	Jumlah	S17	S18	S19	Jumlah
B1	2	3	2	2	3	2	14	2	3	2	9	2	1	2	3	2	3	13	1	2	3	6	
B2	2	2	2	2	2	3	13	3	3	2	2	10	3	4	2	2	1	4	16	2	2	3	7
B3	2	2	2	3	3	3	16	3	1	2	2	8	2	2	2	2	2	4	14	3	2	3	8
B4	2	3	2	3	2	2	14	3	2	3	2	10	2	2	3	2	2	3	14	2	1	2	5
B5	2	2	3	3	3	2	15	3	2	2	2	9	2	3	2	2	2	2	14	2	2	2	6
B6	1	2	2	2	2	2	3	12	2	2	2	8	2	3	3	3	2	4	17	3	2	2	7
B7	2	3	2	3	3	2	15	3	3	2	3	11	2	2	2	2	2	2	12	2	1	3	6
B8	2	3	3	3	3	3	17	2	3	2	1	8	2	3	2	2	2	2	13	3	2	3	8
B9	3	2	2	2	3	2	14	2	2	2	2	8	2	2	2	2	2	2	13	2	2	2	6
B10	2	1	3	3	2	3	14	3	2	3	2	10	2	3	1	2	3	2	13	3	2	2	7
B11	2	3	2	3	3	2	15	3	2	3	2	10	2	3	2	3	2	2	14	2	2	3	7
B12	1	3	3	2	3	2	14	3	2	2	3	10	2	2	2	2	2	2	12	2	2	2	6
B13	2	3	3	2	2	3	15	2	3	3	2	10	3	2	2	2	2	1	12	2	2	2	6
B14	1	1	2	2	3	3	12	3	2	3	2	10	2	2	2	2	2	3	13	2	3	2	7
B15	2	3	3	3	3	2	16	3	2	3	2	10	2	2	2	3	1	2	12	2	2	3	7
B16	2	2	2	3	2	2	13	2	3	2	3	10	3	3	3	2	3	2	17	3	2	2	7
B17	2	2	3	2	2	2	13	2	2	2	2	8	2	2	2	2	1	2	11	2	3	3	8
B18	2	2	3	1	2	3	13	3	2	3	2	10	2	3	2	1	3	2	13	2	2	2	6
B19	2	3	3	2	2	2	14	2	2	3	2	9	2	2	2	2	2	3	13	2	3	2	7
B20	2	3	2	3	3	3	16	3	2	3	2	10	2	2	2	2	3	2	13	2	2	2	6
B21	2	2	3	2	2	2	13	3	2	3	3	11	2	3	1	1	2	2	11	2	3	3	8
B22	2	2	3	2	3	2	14	1	2	2	2	7	3	2	2	2	2	2	13	3	2	2	7
B23	2	2	2	3	2	2	13	2	3	2	2	9	2	3	3	2	2	2	14	2	3	3	8
B24	2	3	5	2	2	3	15	2	2	2	2	8	2	3	2	3	2	3	15	3	3	2	8
B25	2	3	5	3	2	2	15	2	2	3	1	8	2	2	2	2	2	3	13	2	3	3	8
B26	2	2	2	3	2	3	15	3	2	3	2	10	2	3	2	1	2	2	12	2	2	2	7
B27	2	2	3	3	2	3	15	3	2	3	2	10	2	3	2	3	1	2	13	2	2	2	5
B28	2	3	2	2	2	2	13	2	2	2	2	8	2	3	2	2	2	2	13	3	2	3	7
B29	2	2	3	2	2	3	14	3	2	2	2	9	2	3	2	2	2	2	13	3	2	2	7
B30	1	2	3	4	2	3	13	3	2	2	2	9	2	3	2	2	2	1	13	1	2	3	6
B31	2	2	3	2	1	3	13	3	2	2	10	2	2	3	2	2	2	2	13	2	3	2	7
B32	2	3	3	2	3	3	16	2	3	3	2	10	3	3	3	2	2	3	16	3	2	2	7
B33	2	3	3	4	3	2	17	3	2	3	3	11	2	2	2	2	2	1	11	2	2	2	6
B34	3	2	2	2	3	2	14	2	2	3	2	9	2	3	2	2	2	3	14	2	1	2	5
B35	2	3	3	2	3	2	16	2	2	1	2	7	2	2	2	2	2	2	12	3	2	2	7
Jumlah		501					323					464					236						
Max		840					560					840					420						
Min		210					140					210					105						
Rata-rata		14,31429					9,22871					13,25714					6,74285						
PRESENTASE		60%					58%					55%					56%						

Pretest Kelas Kontrol

PRETEST KETERAMPILAN KOLABORASI KELAS KONTROL																									
Kode Nama	S1	S2	S4	S6	S7	S8	Jumlah	S10	S13	S14	S15	Jumlah	S16	S17	S19	S20	S21	S22	Jumlah	S26	S28	S30	Jumlah		
A1	2	2	2	3	2	3	14	2	2	3	3	10	1	2	1	3	2	3	12	2	1	2	5		
A2	2	2	3	2	3	2	14	1	3	2	2	8	2	1	2	3	1	2	11	2	2	1	5		
A3	1	2	2	2	2	2	9	2	2	3	2	9	2	2	1	4	1	2	12	2	2	3	7		
A4	2	3	2	3	2	3	15	2	3	3	2	10	1	2	1	3	2	2	11	2	2	2	6		
A5	2	2	3	2	3	2	14	3	3	3	2	11	2	2	2	3	2	2	13	2	2	1	5		
A6	2	3	4	2	3	3	17	3	2	2	2	9	2	2	2	4	1	1	12	2	1	2	5		
A7	1	3	2	3	1	2	12	2	1	3	2	8	1	2	1	3	1	2	10	2	1	2	5		
A8	2	2	3	3	3	3	16	3	2	4	2	11	2	2	1	4	1	1	11	2	2	3	7		
A9	1	3	2	2	3	2	13	3	3	2	3	11	1	2	1	4	1	1	10	2	1	2	5		
A10	1	3	2	3	3	3	15	3	2	3	2	10	2	2	2	3	2	2	13	2	2	3	7		
A11	1	2	3	3	2	2	13	3	2	2	2	9	1	2	4	4	1	2	14	2	1	2	5		
A12	2	3	3	2	3	3	16	3	2	3	2	10	2	2	1	3	2	2	12	2	2	3	7		
A13	2	2	1	2	3	4	14	2	2	2	4	10	3	2	2	2	2	3	14	3	2	2	7		
A14	1	3	3	4	2	4	17	2	3	3	2	10	1	2	1	4	2	2	12	2	2	3	7		
A15	3	3	2	2	3	3	16	3	2	3	2	10	2	1	2	3	2	2	12	2	2	2	6		
A16	1	2	3	4	3	3	16	2	1	3	2	8	2	2	1	4	2	2	13	1	2	4	7		
A17	1	2	3	2	3	3	14	2	2	3	2	9	2	3	2	2	2	2	13	2	1	3	6		
A18	2	2	1	4	2	1	12	4	2	2	1	9	3	4	4	2	1	2	16	2	2	2	6		
A19	2	3	3	3	2	3	16	2	2	3	2	9	2	2	3	3	2	2	14	2	2	3	7		
A20	2	2	2	2	2	3	14	2	3	4	2	11	1	2	2	4	2	2	13	2	2	4	8		
A21	1	2	3	4	3	3	16	3	1	3	2	9	2	2	1	4	1	2	12	1	2	2	5		
A22	1	2	2	3	3	3	14	2	2	3	2	9	2	2	1	4	2	2	13	1	2	3	6		
A23	2	3	3	4	2	3	17	3	2	4	2	11	2	1	3	4	1	2	13	2	2	2	6		
A24	2	2	2	2	1	4	13	3	1	3	2	9	1	3	2	4	2	1	13	1	2	3	6		
A25	1	2	2	4	2	4	15	4	1	2	4	11	1	1	2	4	1	1	10	2	2	4	8		
A26	2	3	2	3	3	3	16	3	2	3	3	11	1	2	2	3	4	3	15	2	2	2	6		
A27	2	3	3	3	3	3	17	3	2	3	3	11	3	2	3	3	2	2	16	2	1	2	5		
A28	2	3	3	2	3	3	16	2	1	2	1	6	1	2	2	2	1	1	9	1	1	2	4		
A29	2	3	2	3	2	4	16	4	3	2	2	11	1	2	2	4	2	2	13	3	2	2	7		
A30	2	2	2	2	3	2	13	2	3	3	3	11	1	3	2	3	2	3	14	2	3	3	8		
A31	2	3	3	3	2	3	16	3	2	3	2	10	2	2	1	4	1	1	11	2	2	3	7		
A32	2	2	3	2	3	3	15	2	3	2	3	10	2	2	2	3	2	2	13	2	2	3	7		
A33	2	3	3	3	2	3	16	3	1	4	1	9	1	2	1	4	1	2	11	1	2	4	7		
A34	2	3	4	3	2	4	18	2	1	3	3	9	1	2	1	2	3	2	11	2	1	2	5		
Jumlah							508								329								422		
Max							816								544								816		
Min							204								136								202		
Rata-rata							14,94118								9,676471								12,41176		
PRESENTASE							62%								60%								52%		
																							51%		

Posttest Kelas Eksperimen

Code Name	POSTTEST KOLAB EKSPERIMEN																Jumlah							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Jumlah	S7	S8	S9	S10	Jumlah	S11	S12	S13	S14	S15	S16	Jumlah	S17	S18	S19	Jumlah	
B1	2	3	2	4	3	3	17	4	3	4	3	14	4	3	2	4	2	3	18	4	3	3	10	
B2	2	3	3	4	4	4	20	3	3	3	4	13	3	3	3	2	3	4	18	4	3	3	10	
B3	4	4	4	4	4	4	23	4	3	3	3	13	4	2	3	3	3	3	18	4	3	2	9	
B4	2	2	3	3	2	2	14	2	2	3	4	11	4	3	4	3	2	3	19	3	4	4	11	
B5	2	3	2	2	4	3	16	3	2	4	2	11	2	3	2	4	3	4	18	4	3	4	11	
B6	1	3	2	3	3	3	15	2	3	3	4	12	2	3	2	4	3	3	17	3	3	4	10	
B7	2	3	3	4	2	3	17	3	4	4	2	13	2	4	3	2	3	3	17	3	3	4	10	
B8	3	2	3	3	3	3	17	3	3	3	2	11	2	4	3	3	4	3	19	4	4	3	11	
B9	2	4	4	3	2	3	18	3	2	2	2	9	3	4	2	4	3	4	20	3	2	4	9	
B10	2	3	3	3	2	3	16	4	3	3	3	13	2	4	3	3	4	3	19	3	3	3	9	
B11	2	3	3	3	2	3	16	3	2	3	2	10	2	4	2	3	4	4	19	3	3	4	10	
B12	1	3	3	3	2	3	15	4	2	4	4	14	2	4	2	4	2	3	17	3	4	4	11	
B13	2	3	4	3	4	3	19	3	2	3	4	12	4	3	3	4	2	3	19	4	3	3	10	
B14	1	3	3	3	3	3	16	3	3	3	4	13	4	3	3	3	4	3	20	3	4	3	10	
B15	2	4	3	4	3	3	19	3	2	3	2	10	4	4	4	2	2	4	20	3	4	4	11	
B16	3	3	2	4	3	2	17	2	4	2	3	11	3	2	4	3	3	4	19	3	2	4	9	
B17	2	2	3	3	2	3	15	3	3	3	3	12	3	3	3	2	3	3	17	4	3	4	11	
B18	2	3	3	3	4	2	3	17	3	2	4	2	11	2	3	3	2	4	18	3	4	4	11	
B19	2	3	3	4	2	4	18	3	2	3	2	10	2	4	2	4	3	4	19	3	4	4	11	
B20	2	3	3	4	2	3	17	3	3	3	4	13	4	3	4	4	3	3	21	4	3	3	10	
B21	2	2	3	4	4	4	2	17	3	3	4	2	12	4	4	3	4	4	22	2	2	3	7	
B22	2	4	2	2	4	3	17	4	3	4	2	13	2	3	3	4	4	2	18	4	3	4	11	
B23	2	3	3	4	3	4	19	3	4	4	3	14	3	4	3	3	4	3	20	4	2	3	9	
B24	2	3	3	3	2	3	16	4	2	3	4	13	2	3	2	3	4	3	17	3	2	4	9	
B25	2	3	3	3	3	4	18	2	4	3	2	11	2	3	4	3	2	3	17	4	3	3	10	
B26	4	4	4	4	2	2	20	4	2	3	4	13	3	3	3	3	3	4	19	3	4	3	10	
B27	2	3	3	4	2	3	17	3	3	3	3	12	4	3	4	4	2	3	20	3	2	4	9	
B28	2	2	3	4	3	3	17	4	2	3	2	11	3	4	2	4	4	4	21	4	3	4	11	
B29	2	2	2	4	2	3	15	3	2	3	3	11	2	4	3	3	2	4	18	3	3	4	10	
B30	2	2	4	3	4	3	18	2	3	3	3	10	2	4	3	4	3	4	20	4	4	3	11	
B31	4	4	4	3	3	3	21	2	3	3	3	2	10	4	3	4	2	2	4	19	3	3	4	10
B32	2	3	3	4	2	3	17	3	3	3	2	11	2	4	2	4	2	4	18	4	4	3	11	
B33	3	4	2	3	3	2	17	3	3	3	2	11	3	2	4	3	2	4	18	2	4	2	8	
B34	2	2	3	3	3	3	16	3	3	3	2	11	2	4	2	3	4	3	18	4	3	4	11	
B35	2	3	3	3	3	2	16	3	4	2	4	13	2	3	2	4	2	3	16	3	3	4	10	
Jumlah		603			412													653		351				
Max		840			560													840		420				
Min		210			140													210		105				
Rata-rata		17,22857			11,77143													18,65714		10,02857				
PRESENTASE		72%			74%													78%		84%				

Posttest Kelas Kontrol

Lampiran 29. Uji Normalitas Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi

Tests of Normality					
	Kelas	Shapiro-Wilk			Sig.
		Statistic	df		
Pretest	Kontrol	.937	34	.052	
	Eksperimen	.950	35	.115	
Posttest	Kontrol	.945	34	.088	
	Eksperimen	.948	35	.101	

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 30. Uji Homogenitas Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi

Uji HOMOGENITAS KOLABORASI			
Levene's Test of Equality of Error Variances ^a			
Dependent Variable: Posttest			
F	df1	df2	Sig.
.622	1	67	.433

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.^a

a. Design: Intercept + Pretest + Kelas

Lampiran 31. Uji ANCOVA Instrumen Angket Keterampilan Kolaborasi

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Posttest	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	2223.900 ^a	2	1.111.950	80.906	.000	.710
Intercept	1.284.096	1	1.284.096	93.432	.000	.586
Pretest	.040	1	.040	.003	.957	.000
Kelas	2.212.023	1	2.212.023	160.948	.000	.709
Error	907.085	66	13.744			
Total	344.318.000	69				
Corrected Total	3.130.986	68				

a. R Squared = .710 (Adjusted R Squared = .702)

Lampiran 32. Lembar Validasi Observasi Keterampilan Kolaborasi

LEMBAR VALIDASI OBSERVASI KETERAMPILAN KOLABORASI

Validator : Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd
 NIP : 199204292019032025
 Tanggal Pengisian : 30 April 2025
 Nama Mahasiswa : Dyan Hamidah
 NIM : 2108086126
 Judul Penelitian : Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap *Higher Order Thinking Skills* Dan Keterampilan Kolaborasi Siswa Sma Kelas X

A. PENGANTAR

Lebar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari ibu terhadap lembar observasi keterampilan kolaborasi. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan ibu menjadi validator dengan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

- Fungsi lembar validasi ini untuk memberikan penilaian terhadap penilaian keterampilan kolaborasi siswa. Pemikiran rasional dari ibu akan sangat bermanfaat untuk meningkatkan kualitas angket ini. Berdasarkan alasan tersebut, diharapkan ibu berkenan menanggapi setiap indikator penilaian di bawah ini dengan menulis tanda checklist (✓) dalam kolom yang telah disediakan.
- Jika menurut ibu ada yang perlu diperbaiki mohon menuliskan saran pada kolom yang telah disediakan.

C. KETERANGAN SKALA PENILAIAN:

- Skor 4 = Sangat Baik (SB)
 Skor 3 = Baik (B)
 Skor 2 = Kurang (K)
 Skor 1 = Kurang Sekali (KS)

D. LEMBAR PENILAIAN

No	Indikator Penilaian	Skala Penilaian			
		KS	K	B	SB
1	Petunjuk penggunaan lembar observasi dinyatakan dengan jelas				✓
2	Kalimat pernyataan mudah dipahami dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				✓
3	Penggunaan tata bahasa sesuai EYD (Ejaan yang disempurnakan)				✓
4	Kesesuaian pernyataan dengan indikator kolaborasi				✓
5	Pernyataan yang diajukan dapat melihat kolaborasi yang dimiliki oleh siswa				✓
Jumlah					

Sumber : Adaptasi (Angkalawi, 2023)

E. Komentar dan Saran:

.....

Nilai kelayakan instrumen angket keterampilan kolaborasi siswa

$$= \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah maksimal skor}} \times 100\%$$

$$= \frac{18}{20} \times 100\%$$

Nilai Kelayakan = 90

Tabel kriteria kelayakan keterampilan kolaborasi siswa

No	Presentase Penilaian	Kriteria
1	80–100	Baik Sekali
2	66–79	Baik
3	56–65	Cukup
4	40–55	Kurang
5	0–39	Gagal

Sumber: (Arikunto, 2009)

F. Kesimpulan

- Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan kesimpulan ibu dengan melengkapi salah satu nomor yang sesuai dengan penilaian ibu.
1. Valid untuk diuji coba tanpa revisi
 2. Valid untuk diuji coba dengan revisi sesuai saran
 3. Tidak atau belum valid untuk diuji cobakan

Semarang, 30 April 2025

Validator

Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd

NIP. 199204292019032025

Lampiran 33. Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi Siswa Kelas Eksperimen

LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN KOLABORASI SISWA

KELAS EKSPERIMENT

A. Identitas

Nama Observer : fatmah S.Pd.

B. Petunjuk Pengisian

Berikan tanda (✓) yang sesuai dengan pengamatan pada kolom yang tersedia!

C. Lembar Observasi

No.	Aspek Kemampuan	No. Absen Siswa 14-24											
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1.	Mampu menyelesaikan tugas dengan efisien dan tepat waktu	✓	✓				✓	✓	✓		✓	✓	
2.	Berkontribusi secara aktif dalam kelompok	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
3.	Mengungkapkan ide, saran atau solusi yang berguna untuk diskusi		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
4.	Menunjukkan inisiatif dalam menyelesaikan pekerjaan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
5.	Mampu menjalankan berbagai peran dalam tim dengan baik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
6.	Bersedia berpindah peran sesuai kebutuhan kelompok	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
7.	Menerima tantangan dan perubahan dengan sikap positif		✓		✓			✓	✓		✓	✓	
8.	Mampu menyesuaikan diri dengan dinamika kelompok	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
9.	Mendengarkan dan mempertimbangkan pendapat anggota kelompok lain	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
10.	Mampu mencari solusi yang adil bagi semua anggota	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓			
11.	Menunjukkan sikap terbuka terhadap saran dan kritik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
12.	Tidak memaksakan kehendak pribadi dalam keputusan kelompok	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
13.	Memenuhi tugas sesuai dengan peran dan kesepakatan kelompok	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
14.	Menunjukkan komitmen dalam menyelesaikan pekerjaan	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	
15.	Memberikan dukungan kepada anggota lain agar kelompok mencapai tujuan	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
16.	Mengakui kesalahan dan berusaha memperbaikinya jika diperlukan	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	

No.	Aspek Kemampuan	No. Absen Siswa 25-35										
		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1.	Mampu menyelesaikan tugas dengan efisien dan tepat waktu			✓		✓				✓		
2.	Berkontribusi secara aktif dalam kelompok	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.	Mengungkapkan ide, saran atau solusi yang berguna untuk diskusi	✓	✓	✓	✓	✓				✓		
4.	Menunjukkan inisiatif dalam menyelesaikan pekerjaan	✓		✓		✓		✓		✓		
5.	Mampu menjalankan berbagai peran dalam tim dengan baik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6.	Bersedia berpindah peran sesuai kebutuhan kelompok	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7.	Menerima tantangan dan perubahan dengan sikap positif	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8.	Mampu menyesuaikan diri dengan dinamika kelompok	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9.	Mendengarkan dan mempertimbangkan pendapat anggota kelompok lain			✓	✓		✓		✓	✓	✓	
10.	Mampu mencari solusi yang adil bagi semua anggota	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11.	Menunjukkan sikap terbuka terhadap saran dan kritik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12.	Tidak memaksakan kehendak pribadi dalam keputusan kelompok	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13.	Memenuhi tugas sesuai dengan peran dan kesepakatan kelompok				✓	✓	✓	✓		✓	✓	
14.	Menunjukkan komitmen dalam menyelesaikan pekerjaan	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
15.	Memberikan dukungan kepada anggota lain agar kelompok mencapai tujuan			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16.	Mengakui kesalahan dan berusaha memperbaikinya jika diperlukan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Karanganyar, 21 Mei 2025

Observer



S. Pd.
Darmah

Lampiran 34. Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi Siswa Kelas Kontrol

LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN KOLABORASI SISWA

KELAS KONTROL

A. Identitas

Nama Observer : fatmawati S.Pd.

B. Petunjuk Pengisian

Berikan tanda (✓) yang sesuai dengan pengamatan pada kolom yang tersedia!

C. Lembar Observasi

No.	Aspek Kemampuan	No. Absen Siswa 1-10												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Mampu menyelesaikan tugas dengan efisien dan tepat waktu	✓				✓								
2.	Berkontribusi secara aktif dalam kelompok	✓	✓	✓		✓	✓				✓		✓	
3.	Mengungkapkan ide, saran atau solusi yang berguna untuk diskusi										✓			
4.	Menunjukkan inisiatif dalam menyelesaikan pekerjaan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
5.	Mampu menjalankan berbagai peran dalam tim dengan baik	✓			✓	✓	✓	✓			✓		✓	
6.	Bersedia berpindah peran sesuai kebutuhan kelompok	✓				✓		✓	✓	✓				
7.	Menerima tantangan dan perubahan dengan sikap positif	✓	✓	✓		✓							✓	
8.	Mampu menyesuaikan diri dengan dinamika kelompok	✓	✓			✓		✓						
9.	Mendengarkan dan mempertimbangkan pendapat anggota kelompok lain							✓			✓		✓	
10.	Mampu mencari solusi yang adil bagi semua anggota	✓	✓	✓										
11.	Menunjukkan sikap terbuka terhadap saran dan kritik	✓	✓							✓		✓		
12.	Tidak memaksakan kehendak pribadi dalam keputusan kelompok	✓	✓	✓		✓					✓			
13.	Memenuhi tugas sesuai dengan peran dan kesepakatan kelompok	✓		✓		✓	✓						✓	
14.	Menunjukkan komitmen dalam menyelesaikan pekerjaan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	
15.	Memberikan dukungan kepada anggota lain agar kelompok mencapai tujuan					✓							✓	
16.	Mengakui kesalahan dan berusaha memperbaikinya jika diperlukan	✓		✓								✓		

No.	Aspek Kemampuan	No. Absen Siswa 14-24											
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1.	Mampu menyelesaikan tugas dengan efisien dan tepat waktu					✓					✓		
2.	Berkontribusi secara aktif dalam kelompok	✓		✓		✓			✓		~		
3.	Mengungkapkan ide, saran atau solusi yang berguna untuk diskusi	✓	✓			✓		✓			✓	✓	
4.	Menunjukkan inisiatif dalam menyelesaikan pekerjaan					✓		✓			✓		
5.	Mampu menjalankan berbagai peran dalam tim dengan baik		✓			✓	✓					✓	
6.	Bersedia berpindah peran sesuai kebutuhan kelompok	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	
7.	Menerima tantangan dan perubahan dengan sikap positif	✓		✓		✓	✓					✓	
8.	Mampu menyesuaikan diri dengan dinamika kelompok		✓			✓			✓		✓		
9.	Mendengarkan dan mempertimbangkan pendapat anggota kelompok lain			✓		✓					✓		
10.	Mampu mencari solusi yang adil bagi semua anggota	✓		✓	✓	✓					✓	✓	
11.	Menunjukkan sikap terbuka terhadap saran dan kritik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
12.	Tidak memaksakan kehendak pribadi dalam keputusan kelompok	✓			✓			✓		✓			
13.	Memenuhi tugas sesuai dengan peran dan kesepakatan kelompok					✓						✓	
14.	Menunjukkan komitmen dalam menyelesaikan pekerjaan					✓						✓	
15.	Memberikan dukungan kepada anggota lain agar kelompok mencapai tujuan	✓	~		✓			✓		✓	✓		
16.	Mengakui kesalahan dan berusaha memperbaikinya jika diperlukan		✓	~		✓						✓	

No.	Aspek Kemampuan	No. Absen Siswa 25-34									
		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1.	Mampu menyelesaikan tugas dengan efisien dan tepat waktu										
2.	Berkontribusi secara aktif dalam kelompok	✓	✓					✓	✓		
3.	Mengungkapkan ide, saran atau solusi yang berguna untuk diskusi	✓	✓		✓	✓			✓		✓
4.	Menunjukkan inisiatif dalam menyelesaikan pekerjaan				✓					✓	
5.	Mampu menjalankan berbagai peran dalam tim dengan baik	✓		✓				✓			
6.	Bersedia berpindah peran sesuai kebutuhan kelompok				✓				✓		
7.	Menerima tantangan dan perubahan dengan sikap positif	✓	✓	✓			✓	✓			
8.	Mampu menyesuaikan diri dengan dinamika kelompok			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
9.	Mendengarkan dan mempertimbangkan pendapat anggota kelompok lain	✓		✓			✓	✓	✓		
10.	Mampu mencari solusi yang adil bagi semua anggota		✓	✓				✓		✓	✓
11.	Menunjukkan sikap terbuka terhadap saran dan kritik	✓				✓	✓	✓	✓	✓	
12.	Tidak memaksakan kehendak pribadi dalam keputusan kelompok	✓			✓		✓				
13.	Memenuhi tugas sesuai dengan peran dan kesepakatan kelompok		✓					✓	✓		✓
14.	Menunjukkan komitmen dalam menyelesaikan pekerjaan					✓			✓		
15.	Memberikan dukungan kepada anggota lain agar kelompok mencapai tujuan	✓	✓			✓				✓	✓
16.	Mengakui kesalahan dan berusaha memperbaikinya jika diperlukan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓

Karanganyar, 20 Mei 2025

Observer



Fatimah S.Pd.

Lampiran 35. Lembar Validasi Modul Ajar Pembelajaran

LEMBAR PENILAIAN VALIDASI MODUL AJAR PEMBELAJARAN

Nama Validator : Ndzani Latifatur Rofiqah, M.Pd
 NIP : 1992042292019032025
 Tanggal Pengisian : 30 April 2025
 Nama Mahasiswa : Dyan Hamidah
 NIM : 2108086126
 Judul Penelitian : Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap *Higher Order Thinking Skills* dan Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA Kelas X

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Ibu terhadap modul ajar. Saya ucapan terima kasih atas kesediaan Ibu menjadi validator dengan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

Peneliti menyusun perangkat pembelajaran berupa modul ajar yang akan digunakan untuk penelitian. Dengan ini, peneliti meminta kesediaan Ibu untuk memberikan penilaian mengenai Modul Ajar. Penilaian dilakukan dengan cara membutuhkan tanda ceklis (✓) pada skala penilaian yang telah disediakan, sebagai berikut:

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

Untuk memudahkan revisi atau kelengkapan dari perangkat pembelajaran Modul Ajar, dimohon kesediaan Ibu untuk berkenan memberikan saran-saran perbaikan pada tulisan yang disertakan. Terimakasih atas ketersediaan Ibu dalam memberikan penilaian objektif.

C. LEMBAR PENILAIAN

No	Penilaian	Indikator	Skala			
			1	2	3	4
1	Identitas modul	a. Identitas penulis modul b. Fase c. Materi d. Alokasi waktu				✓
2.	Kompetensi awal	Terdapat kompetensi awal yang dimiliki siswa, kompetensi ini berupa pengetahuan maupun keterampilan yang dimiliki siswa sebelum siswa melaksanakan pembelajaran.				✓
3.	Profil Pelajar Pancasila	Terdapat profil pelajar pancasila yang menjadi tujuan akhir dari kegiatan pembelajaran.				✓

No	Penilaian	Indikator	Skala			
			1	2	3	4
4.	Sarana dan prasarana	Kesesuaian sarana dan prasarana berupa alat ataupun materi sebagai penunjang pelaksanaan kegiatan pembelajaran dan sumber bahan ajar yang dibutuhkan siswa.				✓
5.	Target peserta didik	Target peserta didik dinyatakan dengan jelas.				✓
6.	Model pembelajaran	a. Kesesuaian sintaks model pembelajaran yang dipilih. b. Kesesuaian waktu yang digunakan dengan tahap pembelajaran.				✓
7.	Capaian pembelajaran	Capaian pembelajaran dinyatakan dengan jelas.				✓
8.	Tujuan pembelajaran	a. Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran. b. Tujuan pembelajaran mencakup aspek <i>audience, behavior, condition, and degree</i> . c. Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan perkembangan kognitif siswa.				✓
9.	Materi Pembelajaran	Menyajikan materi sesuai dengan Tujuan Pembelajaran				✓
10.	Sumber Belajar	Sumber Belajar sesuai dengan Tujuan Pembelajaran			✓	
11.	Kegiatan pembelajaran	a. Kegiatan pembelajaran sesuai dengan sintaks model pembelajaran. b. Tahapan pembelajaran untuk setiap fase diuraikan dengan jelas. c. Kegiatan guru dirumuskan secara operasional untuk setiap fase diuraikan dengan jelas. d. Kegiatan peserta didik dirumuskan secara operasional untuk setiap fase diuraikan dengan jelas. e. Kesesuaian waktu yang digunakan dengan tahap pembelajaran.				✓
12.	Asesmen	Kesesuaian teknik dan bentuk penilaian dengan ketercapaian tujuan pembelajaran				✓
13.	Releksi peserta didik dan pendidik	Refleksi peserta didik dan pendidik sesuai dengan kegiatan pembelajaran.				✓
14.	Bahasa	a. Penggunaan bahasa ditinjau dari penggunaan kaidah bahasa indonesia b. Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif			✓	

No	Penilaian	Indikator	Skala			
			1	2	3	4
		c. Kesederhanaan struktur kalimat				✓

D. SARAN

- Perbaiki TP
- Perbaiki uraian kegiatan yg ada pada sintesis "Mengelaruci" dan menganalisis proses pemecahan masalah"

E. INDIKATOR PENILAIAN

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

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100 = \frac{90}{92} \times 100\%$$

Nilai Validitas = 97,8

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

No	Kategori	Skor
1.	Sangat tidak layak dan tidak dapat dipergunakan	0-20%
2.	Tidak layak dan tidak dapat dipergunakan	21-40%
3.	Cukup layak dan dapat digunakan dengan revisi besar	41-60%
4.	Layak dan dapat digunakan dengan revisi sebagian	61-80%
5.	Sangat layak dan dapat digunakan dengan revisi kecil	81-100%

F. KESIMPULAN

Demikian lembar penilaian validasi isi dan konstruk Modul Ajar

1. Modul ajar dapat diterapkan tanpa revisi
- (2) Modul ajar dapat diterapkan dengan revisi kecil
3. Modul ajar diterapkan dengan revisi besar
4. Modul ajar tidak dapat diterapkan

Semarang, 30 April 2025

Validator,

Ndzani Latifatur Rofiqah, M.Pd
NIP. 199204292019032025

Lampiran 3612. Lembar Validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LEMBAR PENILAIAN VALIDASI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Nama Validator : Ndzani Latifatur Rof'i'ah, M.Pd
 NIP : 19920422292019032025
 Tanggal Pengisian : 30 April 2025
 Nama Mahasiswa : Dyan Hamidah
 NIM : 2108086126
 Judul Penelitian : Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap *Higher Order Thinking Skills* dan Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA Kelas X

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian dari Ibu terhadap Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Ibu menjadi validator dengan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

Peneliti menyusun perangkat pembelajaran berupa LKPD yang akan digunakan untuk penelitian. Dengan ini, peneliti meminta kesediaan Ibu untuk memberikan penilaian mengenai LKPD. Penilaian dilakukan dengan cara membutuhkan tanda ceklis (✓) pada skala penilaian yang telah disediakan, sebagai berikut:

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

Untuk memudahkan revisi atau kelengkapan dari perangkat pembelajaran LKPD, dimohon kesediaan Ibu untuk berkenan memberikan saran-saran perbaikan pada tulisan yang disertakan. Terimakasih atas ketersediaan Ibu dalam memberikan penilaian objektif.

C. LEMBAR PENILAIAN

No	Kriteria Penilaian	Indikator	Skala			
			1	2	3	4
1.	Format	a. Sistem penomeron				✓
		b. Petunjuk penyelesaian LKPD				✓
		c. Lay out			✓	
2.	Isi	a. Kesesuaian LKPD dengan model pembelajaran yang digunakan.				✓
		b. Memperhatikan pengetahuan awal siswa dan pengetahuan prasyarat.				✓
		c. Memperhatikan tingkat kognitif siswa				✓

No	Kriteria Penilaian	Indikator	Skala			
			1	2	3	4
		d. Menunjang terlaksananya proses belajar mengajar yang berbasis pada aktivitas peserta didik				✓
		e. Mengembangkan <i>Higher Order Thinking Skills</i> dan keterampilan kolaborasi				✓
		f. Penetapan aspek isi sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓
3.	Bahasa	a. Penggunaan bahasa ditinjau dari kaidah bahasa Indonesia				✓
		b. Kesederhanaan struktur kalimat			✓	
		c. Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif, tidak mengandung arti ganda dan mudah dipahami oleh siswa.				✓

D. SARAN

- Perbaiki soal diskusi pada LIPPD, susunlah contoh soal dengan indikator HOTS
 - Perbaiki instrumen pada bagian "menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah"
-

E. INDIKATOR PENILAIAN

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

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100 = \frac{46}{48} \times 100 = 95,8$$

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

No	Kategori	Skor
1.	Sangat tidak layak dan tidak dapat dipergunakan	0-20%
2.	Tidak layak dan tidak dapat dipergunakan	21-40%
3.	Cukup layak dan dapat digunakan dengan revisi besar	41-60%
4.	Layak dan dapat digunakan dengan revisi sebagian	61-80%
5.	Sangat layak dan dapat digunakan dengan revisi kecil	81-100%

F. KESIMPULAN

Demikian lembar penilaian validasi isi dan konstruk Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

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

Semarang, 30 April 2025
Validator,



Ndzani Latifatur Roh'ah, M.Pd
NIP. 199204292019032025

Lampiran 37. Modul Ajar Kelas Eksperimen

MODUL AJAR BIOLOGI FASE E (KELAS X)

KELAS EKSPERIMENT

Materi Perubahan Lingkungan

I. INFORMASI UMUM

Nama Penyusun : Dyan Hamidah
 Jenjang Sekolah : SMA Ma'arif NU Karanganyar
 Kelas : X
 Fase : E
 Materi : Perubahan Lingkungan
 Alokasi Waktu : 8x 45 menit (4 pertemuan)

II. KOMPETENSI AWAL

Siswa telah memiliki pemahaman dasar mengenai konsep ekosistem dan interaksi antar komponen biotek dan abiotik.

III. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan dan keterampilan, pelajar menjadi pribadi yang memiliki profil pelajar Pancasila sebagai berikut :

Dimensi	Elemen
Sopan Santun	Santun dalam bersikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman
Bergotong royong	Kolaborasi peserta didik dalam proses penggerjaan LKPD
Peduli	Peduli dalam sikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman

IV. SARANA PRASANA

1. LCD proyektor,
2. Laptop

3. Tayangan slide PowerPoint (ppt),
4. Video pembelajaran yang telah disiapkan,

V. TARGET PESERTA DIDIK

Kategori Peserta Didik	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik regular/ tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar - Peserta didik fase E (Kelas X)
Jumlah Peserta Didik	35 siswa (1 kelas), peserta didik tanpa ABK
Ketersediaan Materi	Modul ajar, PPT, dan LKPD

VI. MODEL PEMBELAJARAN

Melalui model pembelajaran dengan menggunakan *Problem Based Learning* (PBL)

VII. KOMPETENSI INTI

Capaian Pembelajaran	Pada akhir fase E, peserta didik 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.
----------------------	---

<p>Tujuan Pembelajaran</p>	<p>Pertemuan 1&2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat mengidentifikasi perubahan lingkungan dan pencemaran air 2. Siswa dapat mengidentifikasi pencemaran tanah dan pencemaran udara 3. Siswa dapat menganalisis pengaruh dan dampak dari pencemaran lingkungan terhadap makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem 4. Siswa dapat merancang solusi untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan <p>Pertemuan 3&4</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Siswa dapat menganalisis macam-macam limbah dan upaya mengatasi masalah lingkungan 6. Siswa dapat merancang solusi pemanfaatan limbah menjadi produk yang berguna sebagai upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan. 7. Siswa dapat mengevaluasi keefektifan solusi yang dikembangkan berdasarkan prinsip berkelanjutan dan etika lingkungan
----------------------------	---

VIII. MATERI PEMBELAJARAN

Perubahan Lingkungan (Materi lengkap pada lampiran 1)

IX. SUMBER BELAJAR

1. Huda, Khoirul (2020) Modul pembelajaran SMA biologi kelas X: perubahan lingkungan.
2. Pencemaran Air:

<https://youtu.be/EEFSEBEw6vE?si=OltZJverNM-aEPkg>

3. Pencemaran Udara:

<https://youtu.be/QXNUXBQYPHM?si=HApOcUEMoCDIEgo1>

4. Pencemaran Tanah:

- https://youtu.be/h9B3dwpL0nI?si=N08_wN59lSExNLpR
- <https://www.liputan6.com/hot/read/5704909/masa-lah-sampah-di-indonesia-belum-terkendali-hasilk-an-69-juta-ton-setiap-tahun?>

5. Macam-macam Limbah :

<https://budaya.jogjaprov.go.id/berita/detail/1632-limbah-industri-jenis-bahaya-dan-pengelolaan-limbah>

X. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN

Tujuan Pembelajaran (Pertemuan 1&2)

Pertemuan 1 (2 JP)

1. Siswa dapat mengidentifikasi perubahan lingkungan dan pencemaran air
2. Siswa dapat mengidentifikasi pencemaran tanah dan pencemaran udara
3. Siswa dapat menganalisis pengaruh dan dampak dari pencemaran lingkungan terhadap makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem
4. Siswa dapat merancang solusi untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Pengkondisian siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam - Guru memimpin doa bersama sebelum pelajaran - Guru menanyakan kabar siswa - Guru mengecek kehadiran siswa 	<p>Pengkondisian Awal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa merespons salam dan mengikuti doa pembuka dengan tertib. 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan ice breaking yang dipandu oleh guru <p>Apersepsi</p> - Menanyakan materi yang sudah diajarkan sebelumnya dan dikaitkan ke materi perubahan lingkungan dan pencemaran air <p>Pemberian Acuan</p> - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan <p>Memotivasi</p> - Guru memotivasi Siswa untuk terlibat dalam pemecahan masalah dengan ditayangkan video berikut. 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjawab sapaan kabar - Siswa mendengarkan dan memperhatikan saat guru melakukan pengecekan kehadiran. - Siswa mengikuti kegiatan ice breaking yang dipandu guru <p>Apersepsi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menyimak pertanyaan guru terkait materi sebelumnya. 	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mencoba menjawab pemahaman mereka tentang materi yang telah diajarkan sebelumnya. - Siswa mendengarkan penjelasan guru <p>Pemberian Acuan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran yang akan dicapai. <p>Motivasi</p>	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		- Siswa melihat tayangan video yang ada di barcode	
Inti	<p>Orientasi siswa pada masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan materi melalui PPT - Guru menyajikan isu lokal berupa pencemaran air, tanah, dan udara melalui video sebagai berikut. 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menyimak materi yang diberikan oleh guru - Siswa membaca secara mandiri atau bersama kelompok berita yang disediakan guru - Siswa mencermati masalah utama dari masing-masing berita 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	   <p>(Pencemaran air) (pencemaran udara) (pencemaran tanah)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru mengarahkan peserta didik untuk menganalisis sebuah artikel berikut. - Pencemaran air : <p>https://jateng.suara.com/read/2021/03/27/155713/</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menganalisis masalah apa yang terjadi 	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p><u>diduga-tercemar-limbah-pabrik-wig-palsu-irigasi-di-purbalingga-jadi-hitam?page=2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pencemaran udara : <u>https://detiknews86.com/warga-soroti-pembakaran-limbah-oleh-cv-berkah-sari-bumi-abadi-dlh-purbalingga-lakukan-tindak-lanjut/</u> - Pencemaran tanah : <p><u>https://jatengprov.go.id/beritadaerah/pemkab-purbalingga-berupaya-keras-tangani-sampah/</u></p>		
	<p>Mengorganisasikan siswa untuk belajar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membentuk beberapa kelompok (5-6 per kelompok) - Guru mengkondisikan siswa untuk berada pada kelompok 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa duduk bersama anggota kelompok yang telah ditentukan oleh guru. 	5 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan LKPD dan mengarahkan siswa untuk mengerjakan LKPD dalam diskusi kelompok sesuai petunjuk belajar - Siswa melaksanakan instruksi yang ada di dalam LKPD 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima LKPD yang dibagikan oleh guru. - Siswa membaca petunjuk kerja pada LKPD secara seksama bersama anggota kelompok. - Siswa mendiskusikan isi LKPD secara kolaboratif. 	
	Membimbing penyelidikan secara individu atau kelompok	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa bersama kelompok mencari informasi yang relevan 	55 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru membimbing siswa untuk menganalisis, mencari solusi untuk memecahkan masalah di LKPD - Guru memantau jalannya diskusi dan membantu kelompok yang mengalami kesulitan. 	<p>dari internet, buku, atau sumber terpercaya untuk membantu memecahkan masalah di LKPD.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa terlibat dalam diskusi kelompok untuk membahas hasil pencarian informasi. - Siswa saling berbagi pendapat dan mendengarkan gagasan dari anggota lain. 	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<ul style="list-style-type: none">- Siswa terbuka terhadap masukan dan tanggapan dari teman sekelompok maupun guru.- Siswa mengisi LKPD berdasarkan hasil pencarian dan diskusi secara terstruktur dan runtut.- Siswa meminta bantuan guru jika menemui kesulitan dalam memahami	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		informasi atau mengembangkan solusi.	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan apresiasi kepada siswa yang memiliki kinerja yang baik - Guru meminta siswa untuk menyampaikan kesan belajarnya sebagai refleksi pembelajaran hari ini - Guru menyampaikan rencana pembelajaran pada hari berikutnya - Guru menutup pembelajaran dengan berdo'a dan mengucapkan salam 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima apresiasi dari guru atas partisipasi dan hasil kerja kelompok/individu. - Siswa secara bergiliran menyampaikan kesan, pengalaman, atau pelajaran yang didapat selama proses pembelajaran hari ini 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<ul style="list-style-type: none">- Siswa mencatat atau mengingat arahan guru terkait materi atau tugas yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya.- Siswa mengikuti doa penutup dan salam dari guru dengan tertib.	

Pertemuan 2 (2 JP)

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Pengkondisian siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam - Guru memimpin doa bersama sebelum pelajaran - Guru menanyakan kabar siswa - Guru mengecek kehadiran siswa - Melakukan ice breaking yang dipandu oleh guru 	<p>Pengkondisian Awal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa merespons salam dan mengikuti doa pembuka dengan tertib. - Siswa menjawab sapaan kabar - Siswa mendengarkan dan memperhatikan saat guru melakukan pengecekan kehadiran. 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		- Siswa mengikuti kegiatan ice breaking yang dipandu guru	
Inti	<p>Mengembangkan dan Menyajikan hasil karya</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru meminta setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas. Kelompok lain diminta untuk menanggapi - Guru mendampingi siswa dalam melakukan presentasi agar berjalan lancar dan kondusif 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas secara bergiliran antar kelompok. - Siswa dari kelompok lain menyimak presentasi dan memberikan pertanyaan atau 	60 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<p>tanggapan yang membangun.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjaga suasana presentasi yang kondusif, mendengarkan dengan sopan, dan menghargai pendapat teman. 	
	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah <ul style="list-style-type: none"> - Guru membantu siswa melaksanakan refleksi terhadap penyelidikan pemecahan masalah 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa terbantu dalam melaksanakan refleksi terhadap penyelidikan pemecahan masalah 	10 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan apresiasi kepada siswa yang memiliki kinerja yang baik 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima apresiasi dari guru atas 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru menyimpulkan hasil pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran - Guru meminta siswa untuk menyampaikan kesan belajarnya sebagai refleksi pembelajaran hari ini - Guru menyampaikan rencana pembelajaran pada hari berikutnya - Guru menutup pembelajaran dengan berdo'a dan mengucapkan salam 	<p>partisipasi dan hasil kerja kelompok/individu.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menyimak simpulan pembelajaran dari guru - Siswa secara bergiliran menyampaikan kesan, pengalaman, atau pelajaran yang didapat selama proses pembelajaran hari ini - Siswa mencatat atau mengingat arahan guru 	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<p>terkait materi atau tugas yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengikuti doa penutup dan salam dari guru dengan tertib. 	

Tujuan Pembelajaran (Pertemuan 3&4)

1. Siswa dapat menganalisis macam-macam limbah dan upaya mengatasi masalah lingkungan
2. Siswa dapat merancang solusi pemanfaatan limbah menjadi produk yang berguna sebagai upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan.

3. Siswa dapat mengevaluasi keefektifan solusi yang dikembangkan berdasarkan prinsip berkelanjutan dan etika lingkungan

Pertemuan ke 3 (2 JP)

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Pengkondisian siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam - Guru memimpin doa bersama sebelum pelajaran - Guru menanyakan kabar siswa - Guru mengecek kehadiran siswa - Melakukan ice breaking yang dipandu oleh guru <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menanyakan materi yang sudah di ajarkan sebelumnya dan dikaitkan ke materi perubahan lingkungan dan pencemaran air 	<p>Pengkondisian Awal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa merespons salam dan mengikuti doa pembuka dengan tertib. - Siswa menjawab sapaan kabar - Siswa mendengarkan dan memperhatikan saat guru melakukan 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>Pemberian Acuan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan 	<p>pengecekan kehadiran.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengikuti kegiatan ice breaking yang dipandu guru <p>Apersepsi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menyimak pertanyaan guru terkait materi sebelumnya. - Siswa mencoba menjawab pemahaman mereka tentang materi yang telah 	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<p>diajarkan sebelumnya.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa mendengarkan penjelasan guru <p>Pemberian Acuan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran yang akan dicapai. 	
Inti	<p>Orientasi siswa pada masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyajikan berita artikel sebagai berikut untuk dianalisis oleh siswa 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa membaca secara mandiri atau bersama kelompok 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>https://budaya.jogjaprov.go.id/berita/detail/1632-limbah-industri-jenis-bahaya-dan-pengelolaan-limbah</p>	<p>berita yang disediakan guru</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menganalisis masalah utama dari masing-masing berita 	
	<p>Mengorganisasikan siswa untuk belajar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membentuk beberapa kelompok (5-6 per kelompok) - Guru mengkondisikan siswa untuk berada pada kelompok - Guru memberikan LKPD dan mengarahkan siswa untuk mengerjakan LKPD dalam diskusi kelompok sesuai petunjuk belajar 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa duduk bersama anggota kelompok yang telah ditentukan oleh guru. - Siswa menerima LKPD yang dibagikan oleh guru. 	5 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa melaksanakan instruksi yang ada di dalam LKPD 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa membaca petunjuk kerja pada LKPD secara seksama bersama anggota kelompok. - Siswa mendiskusikan isi LKPD secara kolaboratif. 	
	<p>Membimbing penyelidikan secara individu atau kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membimbing siswa untuk menganalisis, mencari solusi untuk memecahkan masalah di LKPD - Guru memantau jalannya diskusi dan membantu kelompok yang mengalami kesulitan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa bersama kelompok mencari informasi yang relevan dari internet, buku, atau sumber terpercaya lainnya 	55 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<p>terkait topik pencemaran lingkungan berdasarkan video/berita yang telah diberikan di LKPD.</p> <ul style="list-style-type: none">- Siswa terlibat dalam diskusi kelompok untuk membahas hasil pencarian informasi.- Siswa saling berbagi pendapat dan	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<p>mendengarkan gagasan dari anggota lain.</p> <ul style="list-style-type: none">- Siswa terbuka terhadap masukan dan tanggapan dari teman sekelompok maupun guru.- Siswa mengisi LKPD berdasarkan hasil pencarian dan diskusi secara terstruktur dan runtut.	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<ul style="list-style-type: none"> - Siswa meminta bantuan guru jika menemui kesulitan dalam memahami informasi atau mengembangkan solusi. 	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan apresiasi kepada siswa yang memiliki kinerja yang baik - Guru meminta siswa untuk menyampaikan kesan belajarnya sebagai refleksi pembelajaran hari ini - Guru menyampaikan rencana pembelajaran pada hari berikutnya 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima apresiasi dari guru atas partisipasi dan hasil kerja kelompok/individu. - Siswa secara bergiliran 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none">- Guru menutup pembelajaran dengan berdo'a dan mengucapkan salam	<ul style="list-style-type: none">menyampaikan kesan, pengalaman, atau pelajaran yang didapat selama proses pembelajaran hari ini- Siswa mencatat atau mengingat arahan guru terkait materi atau tugas yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya.	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengikuti doa penutup dan salam dari guru dengan tertib. 	

Pertemuan ke 4 (2 JP)

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Pengkondisian siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam - Guru memimpin doa bersama sebelum pelajaran - Guru menanyakan kabar siswa - Guru mengecek kehadiran siswa 	<p>Pengkondisian Awal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa merespons salam dan mengikuti doa pembuka dengan tertib. 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan ice breaking yang dipandu oleh guru 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjawab sapaan kabar - Siswa mendengarkan dan memperhatikan saat guru melakukan pengecekan kehadiran. - Siswa mengikuti kegiatan ice breaking yang dipandu guru 	
Inti	<p>Mengembangkan dan Menyajikan hasil karya</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru meminta setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas. Kelompok lain diminta untuk menanggapi 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas secara 	60 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru mendampingi siswa dalam melakukan presentasi agar berjalan lancar dan kondusif 	<p>bergiliran antar kelompok.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa dari kelompok lain menyimak presentasi dan memberikan pertanyaan atau tanggapan yang membangun. - Siswa menjaga suasana presentasi yang kondusif, mendengarkan dengan sopan, dan 	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		menghargai pendapat teman.	
	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah <ul style="list-style-type: none"> - Guru membantu siswa melaksanakan refleksi terhadap penyelidikan pemecahan masalah 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa terbantu dalam melaksanakan refleksi terhadap penyelidikan pemecahan masalah 	10 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan apresiasi kepada siswa yang memiliki kinerja yang baik - Guru menyimpulkan hasil pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran - Guru meminta siswa untuk menyampaikan kesan belajarnya sebagai refleksi pembelajaran hari ini 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima apresiasi dari guru atas partisipasi dan hasil kerja kelompok/individu. - Siswa menyimak simpulan 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru menyampaikan rencana pembelajaran pada hari berikutnya - Guru menutup pembelajaran dengan berdo'a dan mengucapkan salam 	<p>pembelajaran dari guru</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa secara bergiliran menyampaikan kesan, pengalaman, atau pelajaran yang didapat selama proses pembelajaran hari ini - Siswa mencatat atau mengingat arahan guru terkait materi atau tugas yang akan 	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		<p>dibahas pada pertemuan berikutnya.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengikuti doa penutup dan salam dari guru dengan tertib. 	

XI. Penilaian Hasil Belajar

Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen
Tes Tertulis (<i>Higher Order Thinking Skills</i>)	Soal Pilihan Ganda
Survei (Kolaboratif)	Angket

XII. Penilaian Sikap

Rubik penilaian sikap dalam kegiatan diskusi

No.	Aspek yang dinilai	Indikator	Skor
1.	Sopan Santun	Selalu santun dalam bersikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman sudah konsisten	4
		Sering santun dalam bersikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman mulai konsisten	3
		Kadang-kadang santun dalam bersikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman belum konsisten	2
		Tidak pernah santun dalam bersikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman tidak konsisten	1
2.	Peduli	Selalu peduli dalam sikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman sudah konsisten	4
		Sering peduli dalam sikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman mulai konsisten	3

No.	Aspek yang dinilai	Indikator	Skor
		Kadang-kadang peduli dalam sikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman belum konsisten	2
		Tidak pernah peduli dalam sikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman tidak konsisten	1

Lembar Observasi Penilaian Sikap

No.	Nama	Skor	
		Sopan Santun	Peduli

Keterangan :

Skor Maksimum $4 \times 2 = 8$

Skor Minimal $1 \times 2 = 2$

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

Kriteria Penilaian Sikap

Nilai	Predikat	Keterangan
75 - 100	A	Sangat Baik
50 - 74	B	Baik
26 - 49	C	Cukup Baik
0 - 25	D	Kurang Baik

Karanganyar, April 2025

Peneliti

Dyan Hamidah

NIM. 2108086126

Guru Mata Pelajaran Biologi

Diyah Apit M., S.Pd.

NIP.

LKPD 1 (Lembar Kerja Peserta Didik)**Kelas Eksperimen**

Kelas : X SMA/MA (Fase E)

Materi : Perubahan Lingkungan

Kelompok :

Nama Anggota : 1. 3.
2. 4.

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat mengidentifikasi perubahan lingkungan dan pencemaran air
2. Siswa dapat mengidentifikasi pencemaran tanah dan pencemaran udara
3. Siswa dapat menganalisis pengaruh dan dampak dari pencemaran lingkungan terhadap makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem
4. Siswa dapat merancang solusi kreatif untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan

Petunjuk penggerjaan LKPD

1. Bacalah petunjuk ini dengan seksama sebelum

mengerjakan!

2. Tuliskan nama lengkap dan kelas pada kolom yang disediakan!
3. Baca dan pahami tujuan pembelajaran!
4. Baca dan cermati studi kasus yang berada di LKPD!
5. Diskusikan dengan kelompok dan jawab pertanyaan dengan baik, rapi dan jelas sesuai dengan pertanyaan yang diberikan!
6. Pastikan semua anggota kelompok berpartisipasi secara aktif!
7. Carilah referensi dari sumber valid dan kredibel!
8. Presentasikan hasil diskusi kelompok di kelas!

A. Orientasi Masalah

1. Scan barcode sesuai topik pencemaran kelompok kalian berikut ini dengan menggunakan google lens!
 - a) Pencemaran air



(Artikel)



(Video)

b) Pencemaran Udara



(Artikel)



(Video)

c) Pencemaran Tanah



(Artikel)



(Video)

2. Dari tayangan berita/video topik kelompok kalian tersebut, analisislah berbagai informasi yang disampaikan untuk menentukan permasalahan utama yang terjadi!

B. Mengorganisasi siswa untuk belajar

Bagikan tugas ke masing-masing anggota kelompok dan diskusikan bersama kelompok. Jika ada pertanyaan bisa langsung tanyakan ke guru!

C. Membimbing penyelidikan secara individu atau kelompok

1. Jelaskan bagaimana kamu dapat mengidentifikasi adanya pencemaran lingkungan dalam kasus tersebut berdasarkan gejala atau perubahan yang diamati!
2. Analisis faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran dalam kasus tersebut dan jelaskan keterkaitannya dengan aktivitas manusia.
3. Analisislah jenis bahan pencemar yang terlibat dalam kasus tersebut dan keterkaitannya dengan sumber pencemar.
4. Analisislah penyebab utama pencemaran lingkungan yang terjadi dalam kasus pada video dan berita tersebut!
5. Jelaskan dampak dari pencemaran tersebut terhadap makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem dengan menyertakan bukti atau contoh dari kasus
6. Analisis bagaimana pencemaran yang terjadi berdampak terhadap kesehatan manusia dan keseimbangan ekosistem. Gunakan bukti dari berita/video sebagai dasar jawabanmu!

7. Analisis bagaimana tanggapan masyarakat dan pemerintah terhadap pencemaran tersebut?
8. Berikan tanggapan kelompok kalian mengenai keefektifan upaya yang dilakukan oleh masyarakat dan pemerintah pada berita tersebut!
9. Berdasarkan permasalahan yang telah dianalisis, rancanglah solusi kreatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi pencemaran tersebut menurut kelompok kalian!
10. Jelaskan bagaimana solusi yang kalian tawarkan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan berkontribusi terhadap kelestarian lingkungan.

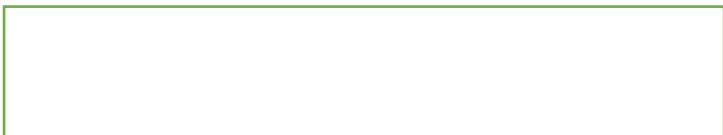
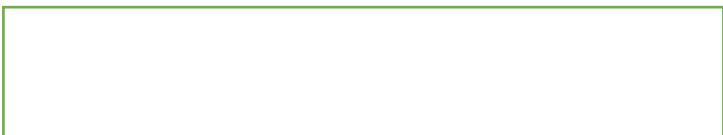
D. Mengembangkan dan Menyajikan hasil karya

Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi

E. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

Analisis dan tulislah perbedaan serta persamaan solusi kelompok kalian dengan kelompok lain, kemudian pilih solusi yang paling efektf menurut kelompokmu!

Perbedaan

Persamaan**Solusi yang paling efektif**

LKPD 2 (Lembar Kerja Peserta Didik)**Kelas Eksperimen**

Kelas : X SMA/MA (Fase E)

Materi : Perubahan Lingkungan

Kelompok :

Nama Anggota : 1. 3.
2. 4.

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat menganalisis macam-macam limbah dan upaya mengatasi masalah lingkungan
2. Siswa dapat merancang solusi pemanfaatan limbah menjadi produk yang berguna sebagai upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan.
3. Siswa dapat mengevaluasi keefektifan solusi yang dikembangkan berdasarkan prinsip berkelanjutan dan etika lingkungan

Petunjuk pengerjaan LKPD

1. Bacalah petunjuk ini dengan seksama sebelum mengerjakan!
2. Tuliskan nama lengkap dan kelas pada kolom yang disediakan!
3. Baca dan pahami tujuan pembelajaran!
4. Baca dan cermati studi kasus yang berada di LKPD!
5. Diskusikan dengan kelompok dan jawab pertanyaan dengan baik, rapi dan jelas sesuai dengan pertanyaan yang diberikan!
6. Pastikan semua anggota kelompok berpartisipasi secara aktif!
7. Carilah referensi dari sumber valid dan kredibel!
8. Presentasikan hasil diskusi kelompok di kelas!

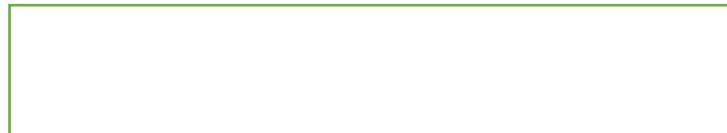
A. Orientasi Masalah

1. Scan barcode sesuai topik pencemaran kelompok kalian berikut ini dengan menggunakan google lens!



(Scan me!)

2. Dari berita tersebut, analisislah berbagai informasi yang disampaikan untuk menentukan permasalahan utama yang terjadi!



B. Mengorganisasi siswa untuk belajar

Bagikan tugas ke masing-masing anggota kelompok dan diskusikan bersama kelompok. Jika ada pertanyaan bisa langsung tanyakan ke guru!

C. Membimbing penyelidikan secara individu atau kelompok

Setelah mencermati bacaan berita tersebut, jawablah pertanyaan berikut ini secara berkelompok.

1. Analisislah jenis-jenis limbah yang disebutkan dalam berita tersebut, serta jelaskan karakteristik dan potensi bahayanya terhadap lingkungan!
2. Jelaskan dampak dari pengelolaan sampah yang belum optimal terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat berdasarkan kasus pada berita tersebut!

3. Analisislah upaya yang telah dilakukan pemerintah dalam mengatasi masalah sampah di Indonesia, dan berikan pendapatmu tentang efektivitasnya!
4. Rancanglah solusi kreatif dan ramah lingkungan yang dapat diterapkan di lingkungan sekitarmu untuk mengurangi pencemaran akibat limbah, serta jelaskan langkah-langkah pelaksanaannya!
5. Evaluasilah apakah solusi yang kamu rancang dapat diterapkan dalam jangka panjang dan memberikan manfaat bagi lingkungan berdasarkan prinsip keberlanjutan dan etika lingkungan?

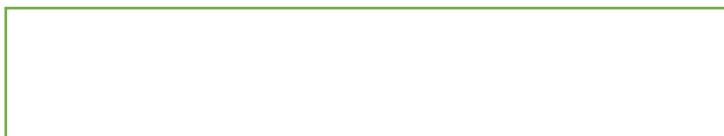
D. Mengembangkan dan Menyajikan hasil karya

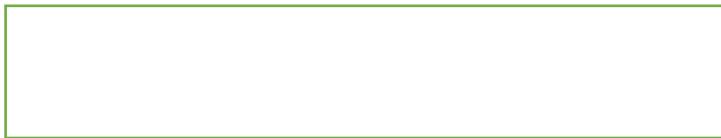
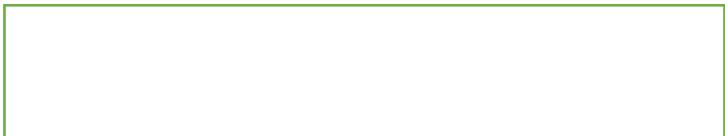
Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas

E. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

Analisis dan tulislah perbedaan serta persamaan solusi kelompok kalian dengan kelompok lain, kemudian pilih solusi yang paling efektif menurut kelompokmu!

Perbedaan



Persamaan**Solusi yang paling efektif**

Lampiran 38. Modul Ajar Kelas Kontrol

MODUL AJAR BIOLOGI FASE E (KELAS X)

KELAS KONTROL

Materi Perubahan Lingkungan

I. INFORMASI UMUM

Nama Penyusun : Dyan Hamidah
 Jenjang Sekolah : SMA Ma'arif NU Karanganyar
 Kelas : X
 Fase : E
 Materi : Perubahan Lingkungan
 Alokasi Waktu : 8x 45 menit (4 pertemuan)

II. KOMPETENSI AWAL

Siswa telah memiliki pemahaman dasar mengenai konsep ekosistem dan interaksi antar komponen biotek dan abiotik.

III. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan dan keterampilan, pelajar menjadi pribadi yang memiliki profil pelajar Pancasila sebagai berikut :

Dimensi	Elemen
Sopan Santun	Santun dalam bersikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman
Bergotong royong	Kolaborasi peserta didik dalam proses penggerjaan LKPD
Peduli	Peduli dalam sikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman

IV. SARANA PRASANA

1. LCD proyektor,
2. Laptop
3. Tayangan slide PowerPoint (ppt),
4. Video pembelajaran yang telah disiapkan,

V. TARGET PESERTA DIDIK

Kategori Peserta Didik	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik regular/ tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar - Peserta didik fase E (Kelas X)
Jumlah Peserta Didik	35 siswa (1 kelas), peserta didik tanpa ABK
Ketersediaan Materi	Modul ajar, PPT, dan LKPD

VI. MODEL PEMBELAJARAN

Melalui model pembelajaran dengan menggunakan *direct instruction*

VII. KOMPETENSI INTI

Capaian Pembelajaran	Pada akhir fase E, peserta didik 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.
Tujuan Pembelajaran	<p>Pertemuan 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat mengidentifikasi perubahan lingkungan dan pencemaran air 2. Siswa dapat mengidentifikasi pencemaran tanah dan pencemaran udara <p>Pertemuan 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Siswa dapat menganalisis pengaruh dan dampak dari pencemaran lingkungan terhadap makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem 4. Siswa dapat merancang solusi untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan <p>Pertemuan 3</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Siswa dapat menganalisis macam-macam limbah dan upaya mengatasi masalah lingkungan 6. Siswa dapat merancang solusi pemanfaatan limbah menjadi produk yang berguna sebagai upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan. <p>Pertemuan 4</p>

	7. Siswa dapat mengevaluasi keefektifan solusi yang dikembangkan berdasarkan prinsip berkelanjutan dan etika lingkungan
--	---

VIII. MATERI PEMBELAJARAN

Perubahan Lingkungan (Materi pada lampiran 1)

IX. SUMBER BELAJAR

1. Huda, Khoirul (2020) Modul pembelajaran SMA biologi kelas X: perubahan lingkungan.
2. Pencemaran Air:
<https://youtu.be/EEFSEBEw6vE?si=OltZJverNM-aEPkg>
3. Pencemaran Udara:
<https://youtu.be/QXNUXBQYPHM?si=HApOcUEMoCDIEgo1>
4. Pencemaran Tanah:
https://youtu.be/h9B3dwpL0nI?si=NO8_wN59lSExNLpR
5. <https://www.liputan6.com/hot/read/5704909/masalah-sampah-di-indonesia-belum-terkendali-hasilkan-69-juta-ton-setiap-tahun?>
6. Macam-macam Limbah :
<https://budaya.jogjaprov.go.id/berita/detail/1632-limbah-industri-jenis-bahaya-dan-pengelolaan-limbah>

X. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARA

Pertemuan ke 1 (2 JP)

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat mengidentifikasi perubahan lingkungan dan pencemaran air
2. Siswa dapat mengidentifikasi pencemaran tanah dan pencemaran udara

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Pengkondisian siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam - Guru memimpin doa bersama sebelum pelajaran - Guru menanyakan kabar siswa - Guru mengecek kehadiran siswa - Melakukan ice breaking yang dipandu oleh guru 	<p>Pengkondisian Awal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa merespons salam dan mengikuti doa pembuka dengan tertib. - Siswa menjawab sapaan kabar - Siswa mendengarkan dan memperhatikan saat guru melakukan pengecekan kehadiran. 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
		- Siswa mengikuti kegiatan ice breaking yang dipandu guru	
Inti	Fase Orientasi <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan - Menanyakan materi yang sudah diajarkan sebelumnya dan dikaitkan ke materi perubahan lingkungan dan pencemaran air - Menyampaikan rencana kegiatan 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran yang akan dicapai. - Siswa menyimak pertanyaan guru terkait materi sebelumnya. - Siswa mencoba menjawab pemahaman mereka tentang materi yang telah diajarkan sebelumnya 	5 menit
	Fase Demonstrasi	- Siswa menyimak dengan seksama video yang disajikan guru mengenai	20 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>- Guru menyajikan isu lokal berupa pencemaran air, tanah, dan udara melalui video sebagai berikut.</p>    <p>(Pencemaran air) (pencemaran udara) (pencemaran tanah)</p>	<p>isu lokal pencemaran air, udara, dan tanah.</p> <p>- Siswa menyimak materi dari guru</p>	

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru menyajikan materi lewat PPT menjelaskan ciri-ciri, penyebab, dan dampak dari masing-masing jenis pencemaran. 		
	<p>Fase Latihan Terbimbing</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan penugasan melalui LKPD untuk menganalisis studi kasus 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa bekerja dalam kelompok untuk mengerjakan LKPD 	30 menit
	<p>Fase Mengecek Pemahaman dan memberikan umpan balik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru mengajukan pertanyaan kepada kelompok untuk mengevaluasi pemahaman mereka terhadap materi 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjawab pertanyaan guru berdasarkan pengalaman pribadi atau pengamatan mereka terhadap pencemaran di lingkungan sekitar 	15 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Memberi umpan balik konstruktif terhadap laporan dan presentasi kelompok - Menjelaskan kembali konsep-konsep yang belum dipahami dengan baik oleh siswa 		
	<p>Fase Latihan Mandiri</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru memberi tugas individu berupa identifikasi jenis-jenis pencemaran yang terdapat di lingkungan sekitar tempat tinggal mereka. 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengerjakan tugas berupa identifikasi jenis pencemaran yang terdapat di lingkungan sekitar tempat tinggal mereka. 	5 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan apresiasi kepada siswa yang memiliki kinerja yang baik - Guru meminta siswa untuk menyampaikan kesan belajarnya sebagai refleksi pembelajaran hari ini - Guru menutup pembelajaran dengan berdo'a dan mengucapkan salam 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima apresiasi dari guru atas partisipasi dan hasil kerja kelompok/individu. - Siswa secara bergiliran menyampaikan kesan, pengalaman, atau pelajaran yang didapat selama proses pembelajaran hari ini - Siswa mengikuti doa penutup dan salam dari guru dengan tertib. 	10 menit

Pertemuan ke 2 (2 JP)

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat menganalisis pengaruh dan dampak dari pencemaran lingkungan terhadap makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem

2. Siswa dapat merancang solusi kreatif untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Pengkondisian siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam - Guru memimpin doa bersama sebelum pelajaran - Guru menanyakan kabar siswa - Guru mengecek kehadiran siswa - Melakukan ice breaking yang dipandu oleh guru 	<p>Pengkondisian Awal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa merespons salam dan mengikuti doa pembuka dengan tertib. - Siswa menjawab sapaan kabar - Siswa mendengarkan dan memperhatikan saat guru melakukan pengecekan kehadiran. - Siswa mengikuti kegiatan ice breaking yang dipandu guru 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Inti	<p>Fase Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan - Menanyakan materi yang sudah diajarkan sebelumnya dan dikaitkan ke materi pengaruh dan dampak pencemaran lingkungan - Menyampaikan rencana kegiatan 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran yang akan dicapai. - Siswa menyimak pertanyaan guru terkait materi sebelumnya. - Siswa mencoba menjawab pemahaman mereka tentang materi yang telah diajarkan sebelumnya 	5 menit
	<p>Fase Demonstrasi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyajikan PPT dampak pencemaran terhadap: <ul style="list-style-type: none"> a. Kesehatan manusia b. Keanekaragaman hayati 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menyimak materi dari guru 	20 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>c. Keseimbangan ekosistem</p> <p>Fase Latihan Terbimbing</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan penugasan melalui LKPD 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa bekerja dalam kelompok untuk mengerjakan LKPD 	30 menit
	<p>Fase Mengecek Pemahaman dan memberikan umpan balik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru mengajukan pertanyaan kepada kelompok untuk mengevaluasi pemahaman mereka terhadap materi - Memberi umpan balik konstruktif terhadap laporan dan presentasi kelompok - Menjelaskan kembali konsep- 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjawab pertanyaan guru berdasarkan pengalaman pribadi atau pengamatan mereka terhadap pencemaran di lingkungan sekitar 	15 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>kONSEP YANG BELUM DIPAHAMI DENGAN BAIK OLEH SISWA</p> <p>Fase Latihan Mandiri</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru memberi tugas individu membuat tabel pencemaran vs dampak terhadap manusia dan lingkungan di lingkungan sekitar mereka serta solusinya bagaimana 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengerjakan tugas berupa membuat tabel pencemaran vs dampak terhadap manusia dan lingkungan di lingkungan sekitar mereka. 	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan apresiasi kepada siswa yang memiliki kinerja yang baik - Guru meminta siswa untuk menyampaikan kesan belajarnya 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima apresiasi dari guru atas partisipasi dan hasil kerja kelompok/individu. - Siswa secara bergiliran menyampaikan kesan, pengalaman, 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>sebagai refleksi pembelajaran hari ini</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menutup pembelajaran dengan berdo'a dan mengucapkan salam 	<p>atau pelajaran yang didapat selama proses pembelajaran hari ini</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengikuti doa penutup dan salam dari guru dengan tertib. 	

Pertemuan ke 3 (2 JP)

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat menganalisis macam-macam limbah dan upaya mengatasi masalah lingkungan
2. Siswa dapat merancang solusi pemanfaatan limbah menjadi produk yang berguna sebagai upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan.

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan	Pengkondisian siswa <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dengan 	Pengkondisian Awal:	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>mengucapkan salam</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru memimpin doa bersama sebelum pelajaran - Guru menanyakan kabar siswa - Guru mengecek kehadiran siswa - Melakukan ice breaking yang dipandu oleh guru 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa merespons salam dan mengikuti doa pembuka dengan tertib. - Siswa menjawab sapaan kabar - Siswa mendengarkan dan memperhatikan saat guru melakukan pengecekan kehadiran. - Siswa mengikuti kegiatan ice breaking yang dipandu guru 	
Inti	<p>Fase Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran yang akan dicapai. - Siswa menyimak pertanyaan guru terkait materi sebelumnya. 	5 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Menanyakan materi yang sudah diajarkan sebelumnya dan dikaitkan ke materi macam-macam limbah, upaya dan solusi - Menyampaikan rencana kegiatan 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mencoba menjawab pemahaman mereka tentang materi yang telah diajarkan sebelumnya 	
	<p>Fase Demonstrasi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyajikan PPT, Siswa mendengarkan penjelasan guru mengenai macam-macam limbah (organik, anorganik, B3, dll) dan upaya-upaya penanggulangannya serta solusi pemanfaatan limbah. 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menyimak materi dari guru 	20 menit
	<p>Fase Latihan Terbimbing</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa bekerja dalam kelompok untuk mengerjakan LKPD 	30 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan penugasan melalui LKPD 		
	<p>Fase Mengecek Pemahaman dan memberikan umpan balik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru mengajukan pertanyaan kepada kelompok untuk mengevaluasi pemahaman mereka terhadap materi - Memberi umpan balik konstruktif terhadap laporan dan presentasi kelompok - Menjelaskan kembali konsep-konsep yang belum dipahami dengan baik oleh siswa 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjawab pertanyaan guru berdasarkan pengalaman pribadi atau pengamatan mereka terhadap pencemaran di lingkungan sekitar 	15 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>Fase Latihan Mandiri</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru memberi tugas individu mencari penyebab pencemaran dan solusi yang bisa dilakukan sendiri terkait limbah di sekitar rumah serta solusi pemanfaatan limbah di sekitar rumah 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengerjakan tugas berupa mencari penyebab pencemaran dan solusi yang terdapat di lingkungan sekitar tempat tinggal mereka. 	5 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan apresiasi kepada siswa yang memiliki kinerja yang baik - Guru meminta siswa untuk menyampaikan kesan belajarnya sebagai refleksi pembelajaran hari ini 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima apresiasi dari guru atas partisipasi dan hasil kerja kelompok/individu. - Siswa secara bergiliran menyampaikan kesan, pengalaman, atau pelajaran yang didapat selama proses pembelajaran hari ini 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru menutup pembelajaran dengan berdo'a dan mengucapkan salam 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengikuti doa penutup dan salam dari guru dengan tertib. 	

Pertemuan ke 4 (2 JP)

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat mengevaluasi keefektifan solusi yang dikembangkan berdasarkan prinsip berkelanjutan dan etika lingkungan

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Pengkondisian siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam - Guru memimpin doa bersama sebelum pelajaran 	<p>Pengkondisian Awal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa merespons salam dan mengikuti doa pembuka dengan tertib. - Siswa menjawab sapaan kabar 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru menanyakan kabar siswa - Guru mengecek kehadiran siswa - Melakukan ice breaking yang dipandu oleh guru 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mendengarkan dan memperhatikan saat guru melakukan pengecekan kehadiran. - Siswa mengikuti kegiatan ice breaking yang dipandu guru 	
Inti	<p>Fase Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan - Menanyakan materi yang sudah diajarkan sebelumnya dan dikaitkan ke materi macam-macam limbah, upaya dan solusi - Menyampaikan rencana kegiatan 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran yang akan dicapai. - Siswa menyimak pertanyaan guru terkait materi sebelumnya. - Siswa mencoba menjawab pemahaman mereka tentang materi yang telah diajarkan sebelumnya 	5 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>Fase Demonstrasi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyajikan PPT, menjelaskan prinsip keberlanjutan dalam solusi lingkungan 	- Siswa menyimak materi dari guru	20 menit
	<p>Fase Latihan Terbimbing</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan penugasan melalui LKPD 	- Siswa bekerja dalam kelompok untuk mengerjakan LKPD	30 menit
	<p>Fase Mengecek Pemahaman dan memberikan umpan balik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru mengajukan pertanyaan kepada kelompok untuk mengevaluasi pemahaman mereka terhadap materi - Memberi umpan balik konstruktif 	- Siswa menjawab pertanyaan guru berdasarkan pengalaman pribadi atau pengamatan mereka terhadap pencemaran di lingkungan sekitar	15 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>terhadap laporan dan presentasi kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menjelaskan kembali konsep-konsep yang belum dipahami dengan baik oleh siswa 		
	<p>Fase Latihan Mandiri</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru memberi tugas individu “apa peran saya dalam menjaga lingkungan” 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengerjakan tugas individu 	5 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan apresiasi kepada siswa yang memiliki kinerja yang baik - Guru meminta siswa untuk menyampaikan kesan belajarnya 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima apresiasi dari guru atas partisipasi dan hasil kerja kelompok/individu. - Siswa secara bergiliran menyampaikan kesan, pengalaman, 	10 menit

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
	<p>sebagai refleksi pembelajaran hari ini</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menutup pembelajaran dengan berdo'a dan mengucapkan salam 	<p>atau pelajaran yang didapat selama proses pembelajaran hari ini</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengikuti doa penutup dan salam dari guru dengan tertib. 	

XIII. Penilaian Hasil Belajar

Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen
Tes Tertulis (<i>Higher Order Thinking Skills</i>)	Soal Pilihan Ganda
Survei (Kolaboratif)	Angket

XIV. Penilaian Sikap

Rubik penilaian sikap dalam kegiatan diskusi

No.	Aspek yang dinilai	Indikator	Skor
1.	Sopan Santun	Selalu santun dalam bersikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman sudah konsisten	4
		Sering santun dalam bersikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman mulai konsisten	3
		Kadang-kadang santun dalam bersikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman belum konsisten	2
		Tidak pernah santun dalam bersikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman tidak konsisten	1
2.	Peduli	Selalu peduli dalam sikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman sudah konsisten	4
		Sering peduli dalam sikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman mulai konsisten	3

No.	Aspek yang dinilai	Indikator	Skor
		Kadang-kadang peduli dalam sikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman belum konsisten	2
		Tidak pernah peduli dalam sikap dan bertutur kata dengan pendidik dan teman tidak konsisten	1

Lembar Observasi Penilaian Sikap

No.	Nama	Skor	
		Sopan Santun	Peduli

Keterangan :

Skor Maksimum $4 \times 2 = 8$

Skor Minimal $1 \times 2 = 2$

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

Kriteria Penilaian Sikap

Nilai	Predikat	Keterangan
75 - 100	A	Sangat Baik
50 - 74	B	Baik
26 - 49	C	Cukup Baik
0 - 25	D	Kurang Baik

Karanganyar, April 2025

Peneliti

Dyan Hamidah

NIM. 2108086126

Guru Mata Pelajaran Biologi

Diyah Apit M. S. Pd.

NIP.

LKPD 1 (Lembar Kerja Peserta Didik)**Kelas Kontrol**

Kelas : X SMA/MA (Fase E)

Materi : Perubahan Lingkungan

Kelompok :

Nama Anggota : 1. 3.

2. 4.

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat mengidentifikasi perubahan lingkungan dan pencemaran air
2. Siswa dapat mengidentifikasi pencemaran tanah dan pencemaran udara

Petunjuk penggerjaan LKPD

1. Bacalah petunjuk ini dengan seksama sebelum mengerjakan!
2. Tuliskan nama lengkap dan kelas pada kolom yang disediakan!
3. Baca dan pahami tujuan pembelajaran!
4. Amati video tentang perubahan lingkungan terutama pada

pencemaran air, tanah, dan udara pada barcode video yang tercantum di LKPD!

5. Diskusikan dengan kelompok dan jawab pertanyaan dengan baik, rapi dan jelas sesuai dengan pertanyaan yang diberikan!
 6. Pastikan semua anggota kelompok berpartisipasi secara aktif!
 7. Carilah referensi dari sumber valid dan kredibel!
 8. Presentasikan hasil diskusi kelompok di kelas!
- A. Pertemuan pertama (Jenis dan ciri-ciri pencemaran lingkungan)
1. Amati tayangan video sebagai berikut:



(Pencemaran air)



(pencemaran udara)



(pencemaran tanah)

2. Isi tabel berikut:

Jenis pencemaran	Ciri-ciri umum	Contoh di sekitarmu
Air		

Jenis pencemaran	Ciri-ciri umum	Contoh di sekitarmu
Udara		
Tanah		

3. Mengapa pencemaran dapat disebut sebagai perubahan lingkungan?

4. Jenis pencemaran yang paling sering kamu lihat di lingkungan tempat tinggalmu?

LKPD 2 (Lembar Kerja Peserta Didik)**Kelas Kontrol**

Kelas : X SMA/MA (Fase E)

Materi : Perubahan Lingkungan

Kelompok :

Nama Anggota : 1. 3.

2. 4.

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat menganalisis pengaruh dan dampak dari pencemaran lingkungan terhadap makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem
2. Siswa dapat merancang solusi untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan

Petunjuk pengerajan LKPD

1. Bacalah petunjuk ini dengan seksama sebelum mengerjakan!
2. Tuliskan nama lengkap dan kelas pada kolom yang disediakan!
3. Baca dan pahami tujuan pembelajaran!

4. Amati video tentang perubahan lingkungan terutama pada pencemaran air, tanah, dan udara pada barcode video yang tercantum di LKPD!
5. Diskusikan dengan kelompok dan jawab pertanyaan dengan baik, rapi dan jelas sesuai dengan pertanyaan yang diberikan!
6. Pastikan semua anggota kelompok berpartisipasi secara aktif!
7. Carilah referensi dari sumber valid dan kredibel!
8. Presentasikan hasil diskusi kelompok di kelas!

A. Pertemuan ke 2 (Dampak pencemaran terhadap makhluk hidup dan ekosistem serta solusi pencemaran lingkungan)

1. Isilah tabel berikut ini berdasarkan penjelasan guru atau cari referensi yang relevan

Jenis Pencemaran	Dampak terhadap manusia	Dampak terhadap tumbuhan atau hewan	Dampak terhadap ekosistem
Air			

Jenis Pencemaran	Dampak terhadap manusia	Dampak terhadap tumbuhan atau hewan	Dampak terhadap ekosistem
Udara			
Tanah			

2. Apa hubungan antara pencemaran dan terganggunya rantai makanan dalam ekosistem?

3. Dampak mana yang menurutmu paling mengkhawatirkan? Mengapa?

4. Apa solusi dari kelompok kalian untuk mengatasi permasalahan lingkungan?

LKPD 3 (Lembar Kerja Peserta Didik)**Kelas Kontrol**

Kelas : X SMA/MA (Fase E)

Materi : Perubahan Lingkungan

Kelompok :

Nama Anggota : 1. 3.

2. 4.

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat menganalisis macam-macam limbah dan upaya mengatasi masalah lingkungan
2. Siswa dapat merancang solusi pemanfaatan limbah menjadi produk yang berguna sebagai upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan.

Petunjuk pengeroaan LKPD

1. Bacalah petunjuk ini dengan seksama sebelum mengerjakan!
2. Tuliskan nama lengkap dan kelas pada kolom yang disediakan!
3. Baca dan pahami tujuan pembelajaran!

4. Amati video tentang perubahan lingkungan terutama pada pencemaran air, tanah, dan udara pada barcode video yang tercantum di LKPD!
5. Diskusikan dengan kelompok dan jawab pertanyaan dengan baik, rapi dan jelas sesuai dengan pertanyaan yang diberikan!
6. Pastikan semua anggota kelompok berpartisipasi secara aktif!
7. Carilah referensi dari sumber valid dan kredibel!
8. Presentasikan hasil diskusi kelompok di kelas!

A. Pertemuan ke 3 (Penyebab dan solusi pemanfaatan limbah)

1. Isilah tabel berikut ini dengan mencatat penyebab utama dari masing-masing jenis pencemaran dan solusi nyata

Jenis Pencemaran	Penyebab utama	Solusi yang bisa dilakukan di rumah atau sekolah
Air		
Udara		

Jenis Pencemaran	Penyebab utama	Solusi yang bisa dilakukan di rumah atau sekolah
Tanah		

2. Solusi dalam pemanfaatan limbah mana yang paling mudah dilakukan oleh siswa spertimu?

3. Apakah solusi yang kamu tulis dapat berkelanjutan dalam jangka panjang?

LKPD 4 (Lembar Kerja Peserta Didik)**Kelas Kontrol**

Kelas : X SMA/MA (Fase E)

Materi : Perubahan Lingkungan

Kelompok :

Nama Anggota : 1. 3.

2. 4.

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat mengevaluasi keefektifan solusi yang dikembangkan berdasarkan prinsip berkelanjutan dan etika lingkungan

Petunjuk pengerjaan LKPD

1. Bacalah petunjuk ini dengan seksama sebelum mengerjakan!
2. Tuliskan nama lengkap dan kelas pada kolom yang disediakan!
3. Baca dan pahami tujuan pembelajaran!
4. Amati video tentang perubahan lingkungan terutama pada

pencemaran air, tanah, dan udara pada barcode video yang tercantum di LKPD!

5. Diskusikan dengan kelompok dan jawab pertanyaan dengan baik, rapi dan jelas sesuai dengan pertanyaan yang diberikan!
 6. Pastikan semua anggota kelompok berpartisipasi secara aktif!
 7. Carilah referensi dari sumber valid dan kredibel!
 8. Presentasikan hasil diskusi kelompok di kelas!
- A. Pertemuan ke 4 (Evaluasi keefektifan solusi)
1. Dari semua pencemaran yang kamu pelajari, mana yang menurutmu paling penting untuk segera ditangani? Jelaskan alasannya.

2. Apa solusi yang menurutmu paling realistik untuk dilakukan oleh masyarakat di sekitarmu?

Lampiran 1 modul ajar

MATERI

PENCEMARAN LINGKUNGAN

Pencemaran lingkungan adalah masuknya zat-zat pencemar ke dalam lingkungan yang menyebabkan kualitas lingkungan menurun. Zat atau bahan yang dapat mencemari lingkungan disebut polutan. Suatu zat atau bahan disebut polutan apabila memenuhi syarat-syarat antara lain jumlahnya melebihi batas normal, berada pada tempat dan waktu yang tidak semestinya, merusak lingkungan, dan mengganggu kesehatan atau menyebabkan penyakit. Menurunnya kualitas lingkungan terlihat dari melemahnya fungsi atau menjadi kurang dan tidak sesuai lagi dengan kegunaannya, berkurangnya pertumbuhan serta menurunnya kemampuan reproduksi. Pada akhirnya ada kemungkinan terjadinya kematian pada organisme hidup dalam lingkungan tersebut. Segala sesuatu yang dapat menimbulkan pencemaran disebut dengan polutan atau bahan pencemar.

Bahan pencemar yang umumnya merusak lingkungan berupa limbah. Limbah adalah bahan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang kehadirannya dapat berdampak negatif bagi lingkungan. Berdasarkan sifatnya bahan pencemar dapat

dikategorikan ke dalam dua macam, yaitu bahan pencemar yang dapat terdegradasi atau teruraikan (*biodegradabel*) dan bahan pencemar yang tidak dapat terdegradasi (*non biodegradabel*). Biodegradabel adalah limbah yang dapat diuraikan atau didekomposisi, baik secara alamiah yang dilakukan oleh dekomposer (bakteri dan jamur) ataupun yang disengaja oleh manusia, contohnya adalah limbah rumah tangga, kotoran hewan, daun, dan ranting. Sedangkan nonbiodegradabel adalah limbah yang tidak dapat diuraikan secara alamiah oleh dekomposer. Keberadaan limbah jenis ini di alam sangat membahayakan, contohnya adalah timbal (Pb), merkuri, dan plastik. Untuk menanggulangi menumpuknya sampah tersebut maka diperlukan upaya untuk dapat menanggulangi hal tersebut seperti proses daur ulang menjadi produk tertentu yang bermanfaat.

Macam - macam Pencemaran Lingkungan :

- 1) Berdasarkan Sifat Zat Pencemaran
 - a. Pencemaran Biologis. Pencemaran biologis adalah pencemaran yang disebabkan oleh adanya mikroorganisme, seperti : salmonella typhosa.
 - b. Pencemaran fisik. Pencemaran fisik adalah pencemaran yang disebabkan oleh benda cair, benda padat, maupun gas, seperti : kaleng, plastic, kaca, kare

- c. Pencemaran Kimawi. Pencemaran kimiawi adalah pencemaran yang disebabkan oleh zat kimia, seperti : adanya senyawa logam, detergent, nitrat, asam sulfat, DDT.
- 2) Berdasarkan tempat terjadinya pencemaran dibedakan menjadi:

- a. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat masuknya organisme atau zat tertentu yang menyebabkan menurunnya kualitas air tersebut. Cottam (1969) mengemukakan bahwa pencemaran air adalah bertambahnya suatu material atau bahan dan setiap tindakan manusia yang mempengaruhi kondisi perairan sehingga mengurangi atau merusak daya guna perairan. Danau, sungai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Selain mengalirkan air juga mengalirkan sedimen dan polutan. Berbagai macam fungsinya sangat membantu kehidupan manusia. Pemanfaatan terbesar danau, sungai, lautan dan air tanah adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya berpotensi sebagai objek wisata. Air merupakan kebutuhan vital bagi seluruh makhluk hidup,

termasuk manusia. Untuk dapat dikonsumsi air harus memenuhi syarat fisik, kimia maupun biologis. Akan tetapi apabila air tersebut tidak baik dan tidak layak untuk dikonsumsi, maka air tersebut bisa dikatakan tercemar.

Penyebab pencemaran air diantaranya:

- 1) Pembuangan limbah industri ke perairan (sungai, danau, laut).
- 2) Pembuangan limbah rumah tangga (domestik) kesungai, seperti air cucian, air kamar mandi.
- 3) Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan.
- 4) Terjadinya erosi yang membawa partikel-partikel tanah ke perairan.
- 5) Penggunaan racun dan bahan peledak dalam menangkap ikan.
- 6) Pembuangan limbah rumah sakit, limbah peternakan ke sungai.
- 7) Tumpahan minyak karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai.



Gambar pencemaran air karena limbah batik

Sumber : <https://rkb.pekalongankota.go.id>

b. Pencemaran udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan. Udara dimana di dalamnya terkandung sejumlah oksigen, merupakan komponen esensial bagi kehidupan, baik manusia maupun makhluk hidup lainnya. Udara merupakan campuran dari gas, yang terdiri dari sekitar 78 % Nitrogen, 20 % Oksigen; 0,93 % Argon; 0,03 % Karbon Dioksida (CO₂) dan sisanya terdiri dari Neon (Ne), Helium (He), Metan (CH₄) dan Hidrogen (H₂). Udara dikatakan "Normal" dan dapat mendukung kehidupan manusia apabila komposisinya seperti tersebut diatas dan seimbang. Sedangkan apabila terjadi penambahan gas-gas lain yang menimbulkan gangguan serta perubahan komposisi tersebut, maka dikatakan udara sudah tercemar/terpolusi. Adapun beberapa jenis bahan yang dapat mencemari udara yakni Karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO₂), Sulfur Dioksida (SO₂), Karbon dioksida (CO₂), Ozon (O₃), Benda Partikulat (PM), Timah (Pb) dan HydroCarbon (HC).

Akibat aktifitas perubahan manusia, udara seringkali menurun kualitasnya. Perubahan kualitas ini dapat berupa perubahan sifat-sifat fisis maupun sifat-sifat kimiawi. Perubahan kimiawi, dapat berupa pengurangan maupun penambahan salah satu komponen kimia yang terkandung dalam udara, yang lazim dikenal sebagai pencemaran udara. Kualitas udara yang dipergunakan untuk kehidupan tergantung dari lingkungannya. Kemungkinan disuatu tempat dijumpai debu yang bertebaran dimana-mana dan berbahaya bagi kesehatan. Demikian juga suatu kota yang terpolusi oleh asap kendaraan bermotor atau angkutan yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

Pencemaran udara dapat diklasifikasikan ke dalam 2 macam, yaitu pencemaran primer dan pencemaran sekunder.

1) Pencemar primer

Pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara, diantaranya kendaraan bermotor dan aktifitas mesin pembakaran pada pabrik-pabrik penghasil sulfur monoksida dan karbon monoksida akibat dari proses pembakaran yang tidak lengkap.

2) Pencemar sekunder

Pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Contohnya gabungan sulfur dioksida, sulfur monoksida dan uap air akan menghasilkan asid sulfuric. Tindak balas antara pencemar primer dengan gas terampai di atmosfera akan menghasilkan peroksid asetil nirat (PAN). Contoh: Sulfur dioksida, Sulfur monoksida dan uap air akan menghasilkan asam sulfurik.

Beberapa kegiatan yang dapat menimbulkan polusi udara diantaranya berikut ini:

- 1) Asap dari cerobong pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran atau kebakaran hutan, asap rokok, yang membebaskan CO dan CO₂ ke udara.
- 2) Asap vulkanik dari aktivitas gunung berapi dan asap letusan gunung berapi yang menebarkan partikel-partikel debu ke udara. Bahan dan partikel-partikel radioaktif dari bom atom atau percobaan nuklir yang membebaskan partikel-partikel debu radioaktif ke udara. Asap dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik atau pabrik yang membebaskan partikel, nitrogen oksida, dan oksida sulfur.
- 3) Chloro Fluoro Carbon (CFC) yang berasal dari kebocoran mesin pendingin ruangan, kulkas, AC mobil.



Gambar pencemaran udara karena industry

Sumber : <https://kumparan.com/ragam-info>

c. Pencemaran tanah

Pencemaran darat atau tanah adalah semua keadaan dimana polutan masuk kedalam lingkungan tanah sehingga menurunkan kualitas tanah tersebut. Dimana Polutan bisa berupa zat-zat bahan pencemar baik berupa zat kimia, debu, panas, suara, radiasi, dan mikroorganisme. Sebelum adanya kemajuan teknologi dan industri manusia hanya membuang sampah dan limbah organik. Sampah atau limbah tersebut mudah diurai oleh mikroorganisme sehingga menjadi bahan yang mudah menyatu kembali dengan alam. Namun, dewasa ini perkembangan teknologi dan industri sangat pesat berkembang. Dan sampah serta limbah yang dibuang bukan hanya sampah organik, melaikan sampah organik juga. Sampah organik sangat sulit untuk diurai oleh mikroorganisme, sehingga memerlukan

waktu yang lama untuk hancur dan menyatu kembali dengan alam. Contoh sederhana sampah anorganik yaitu plastik yang dapat terurai dalam waktu 240 tahun, sedangkan sampah kaleng yang terbuat dari alumunium memerlukan waktu 500 tahun untuk dapat diuraikan.

Menurut sumbernya, penyebab pencemaran tanah dibagi menjadi 3 golongan yaitu, limbah domestik, limbah industri dan limbah pertanian.

- 1) Limbah domestik. Limbah jenis ini berasal dari pemukiman penduduk; perdagang-an/pasar/tempat usaha hotel dan lain-lain. Kebanyakan limba domestik merupakan sampah basah atau organik yang mudah diurai.
- 2) Limbah industri, yaitu limbah padat hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, plywood, pengawetan buah, ikan daging dll.
- 3) Limbah pertanian, seperti pestisida atau DDT (Dikloro Difenil Trikloroetana) yang sering digunakan oleh petani untuk memberantas hama tanaman juga dapat berakibat buruk terhadap tanaman dan organisme lainnya.



Gambar pencemaran tanah oleh limbah biologis

Sumber : merdeka.com/jatim

Jenis-jenis Limbah

Berdasarkan sifatnya limbah digolongkan menjadi 5, yaitu:

1) Limbah cair

Limbah cair mengacu pada semua lemak, minyak, lumpur, air pencuci, limbah deterjen, dan air kotor yang telah dibuang. Mereka berbahaya dan beracun bagi lingkungan kita dan ditemukan di industri maupun rumah tangga. Air limbah, demikian sering disebut, adalah segala limbah yang ada dalam bentuk cair.

2) Limbah padat

Limbah padat adalah semua sisa sampah padat, lumpur, dan yang ditemukan di rumah tangga Anda dan lokasi industri dan komersial. Lima jenis utama sampah padat adalah:

- Kaca dan Keramik, adalah bahan kaca dan keramik yang diproduksi oleh perusahaan untuk kebutuhan sehari-hari. Cara mengelolanya yang benar di sini

adalah Anda harus membuangnya dengan benar supaya bisa di daur ulang.

- Sampah plastic, adalah segala wadah, botol, dan tas yang ditemukan di perusahaan dan rumah. Plastik tidak dapat terurai secara hayati, dan sebagian besar tidak dapat didaur ulang. Jangan mencampur sampah plastik dengan sampah biasa. Dan kurangi penggunaannya.
- Sampah kertas, adalah limbah dari semua surat kabar, bahan kemasan, kardus, dan produk kertas lainnya. Kertas dapat didaur ulang. Penting untuk bisa memisahkan dari sampah kotor lainnya yang bisa membuatnya rusak.
- Logam dan Kaleng, mudah ditemukan di sekitar kita karena kaleng dan logam di rumah dipakai untuk wadah makanan dan bahan rumah tangga dibuat dari keduanya. Sebagian besar logam dapat didaur ulang, jadi bisa memisahkannya dari sampah lain dan membawanya ke tempat daur ulang.

3) Limbah organik

Sampah organik mengacu pada limbah daging, kebun, dan makanan busuk. Jenis sampah ini banyak ditemukan di rumah-rumah. Seiring waktu, mereka terurai dan berubah menjadi kotoran oleh mikroorganisme.

4) Limbah daur ulang

Semua barang yang dibuang seperti logam, furnitur, sampah organik yang dapat didaur ulang termasuk dalam kategori ini.

5) Limbah berbahaya

Limbah berbahaya mencakup bahan yang mudah terbakar, korosif, beracun, dan reaktif. Singkatnya, mereka adalah limbah yang menimbulkan ancaman signifikan atau potensial bagi lingkungan kita. Jenis limbah berbahaya khusus meliputi:

- E-waste: adalah limbah dari peralatan listrik dan elektronik seperti komputer, telepon, dan peralatan rumah tangga. Limbah elektronik umumnya digolongkan berbahaya karena mengandung komponen beracun, misalnya PCB dan berbagai logam).
- Limbah medis: berasal dari sistem perawatan kesehatan manusia dan hewan dan biasanya terdiri dari obat-obatan, bahan kimia, farmasi, perban, peralatan medis bekas, cairan tubuh dan bagian-bagian tubuh. Limbah medis dapat menular, beracun atau radioaktif atau mengandung bakteri dan mikroorganisme berbahaya (termasuk yang kebal obat).

Upaya Mengatasi Masalah Lingkungan

Dalam etika lingkungan, pelestarian lingkungan dilakukan agar tercipta keseimbangan antara perkembangan peradaban manusia dengan pemeliharaan lingkungan. Upaya tersebut dilakukan dengan konservasi, pengolahan dan daur ulang limbah, serta penggunaan bahan kimia berbahaya sesuai dosis dan peruntukannya.

Konservasi adalah usaha untuk melindungi, mengatur, dan memperbarui sumber daya alam. Beberapa contoh konservasi lingkungan antara lain:

- a. Konservasi sumber daya alam hayati: perlindungan tempat hidup satwa melalui taman nasional.
- b. Konservasi tanah: reboisasi, pembuatan sengkedan, dan rotasi tanaman.
- c. Konservasi hutan: peraturan penebangan hutan.
- d. Konservasi air: pembuatan waduk.
- e. Konservasi energi: pemanfaatan sumber energi alternatif

Selama ini aktivitas manusia telah menimbulkan banyak kerusakan dan pencemaran lingkungan. Bahkan para ahli ekologi memperkirakan bahwa kita akan makin banyak membuat kerusakan dan pencemaran lingkungan yang tidak dapat diperbaiki. Pada dasarnya terdapat tiga cara yang dapat dilakukan manusia untuk mencegah dan menanggulangi

pencemaran serta untuk melestarikan lingkungan, yaitu secara administratif, secara teknologis, dan secara edukatif/pendidikan.

a. Penanggulangan secara administratif

Penanggulangan secara administratif terhadap pencemaran lingkungan merupakan tugas pemerintah, yaitu dengan membuat peraturan-peraturan atau undang-undang. Beberapa peraturan yang telah dikeluarkan, antara lain sebagai berikut :

- 1) Pabrik tidak boleh menghasilkan produk (barang) yang dapat mencemari lingkungan. Misalnya, pabrik pembat lemari es, AC dan sprayer tidak boleh menghasilkan produk yang menggunakan gas CFC sehingga dapat menyebabkan penipisan dan berlubangnya lapisan ozon di stratofer.
- 2) Industri harus memiliki unit-unit pengolahan limbah (padat, cair, dan gas) sehingga limbah yang dibuang ke lingkungansudah terbebas dari zat-zat yang membahayakan lingkungan.
- 3) Pembuangan sampah dari pabrik harus dilakukan ke tempat-tempat tertentu yang jauh dari pemukiman.
- 4) Sebelum dilakukan pembangunan pabrik atau proyek-proyek industri

- 5) Pemerintah mengeluarkan buku mutu lingkungan, artinya standar untuk menentukan mutu suatu lingkungan. Untuk lingkungan air ditentukan baku mutu air , sedangkan untuk lingkungan udara ditentukan baku mutu udara. Dalam buku mutua air, antara lain tercantum batasan kadar bahan pencemar logam berat, misalnya fosfor dan merkuri. Didalam buku mutu udara, antara lain tercantum batasan kadar bahan pencemar, misalnya gas CO₂ dan CO. Pemerintah akan memberikan sanksi kepada pabrik yang menghasilkan limbah dengan bahan pencemar yang melebihi standar baku mutu.
- b. Penanggulangan secara teknologis
- Penanggulangan pencemaran lingkungan secara teknologis, misalnya menggunakan peralatan untuk mengolah sampah atau limbah. Di surabaya terdapat suatu tempat pembakaran akhir sampah dengan suhu yang sangat tinggi sehingga tidak membuang asap. Tempat tersebut dinamakan insenerator.
- c. Penanggulangan secara Edukatif Penangkalan pencemaran secara edukatif dilakukan melalui jalur pendidikan baik formal maupun nonformal. Melalui pendidikan formal, disekolah dimasukkan pengetahuan tentang lingkungan hidup tentang lingkungan hidup kedalam mata pelajaran yang terkait, misalnya IPA dan

Pendidikan agama. Melalui jalur pelestarian lingkungan dan pencegahan serta penanggulangan pencemaran lingkungan.

Pemanfaatan Limbah

a) Pemanfaatan limbah organik

Limbah organik merupakan sisa bahan hidup seperti sampah daun, kertas, kulit, kotoran hewan, dll. Karena tersusun atas bahan-bahan organik limbah jenis ini dapat mudah diuraikan oleh organisme pengurai. Meskipun begitu, sebenarnya limbah-limbah organik masih dapat dimanfaatkan kembali (reuse) baik dengan cara di daur ulang (recycle) maupun tanpa didaur ulang.

- Dengan daur Ulang

Limbah-limbah organik tertentu, seperti sampah sayuran, sampah daun atau sampah ranting dapat dimanfaatkan kembali dengan cara didaur ulang, misalnya menjadi pupuk kompos. Selain itu, kertas bekas juga dapat didaur ulang menjadi kertas pembungkus, kertas tisu, kertas koran, dan kertas tulis.

- Tanpa Daur Ulang

Tidak semua limbah organik padat harus didaur ulang terlebih dahulu sebelum dapat digunakan kembali. Beberapa limbah pada tersebut antara lain:

- 1) Ban karet bekas dapat dijadikan tempat sampah, ember, sandal, meja, atau kursi.
 - 2) Serbuk gregaji kayu dapat digunakan sebagai media tanam jamur.
 - 3) Kulit jagung dapat dijadikan bunga hiasan.
- b) Pemanfaatan limbah anorganik
- Limbah anorganik merupakan limbah yang berasal dari bahan-bahan tak hidup atau bahan sintetis seperti minyak bumi, sisa-sisa bahan kimia, kaleng alumunium, kasa dan besi. sama halnya seperti limbah organik, pada limbah anorganikpun dapat dimanfaatkan kembali dengan cara didaur ulang atau tanpa didaur ulang.
- Dengan Daur Ulang
 - Beberapa limbah anorganik seperti kaleng, alumunium, baja, pecahan botol, toples, kaca, serta botol gelas dapat dilebur dan diolah kembali.
 - Tanpa Daur Ulang
 - Beberapa limbah anorganik dapat dimanfaatkan kembali tanpa melalui proses daur ulang, yaitu dengan dijadikan barang-barang yang terkadang memiliki harga jual tinggi contohnya botol dan gelas plastik bekas kemasan air mineral dijadikan mainan anak-anak, pot tanaman, atau

hiasan. Begitupun dengan pecahan kaca yang dapat dijadikan hiasan dinding atau lukisan.

Utuk limbah dari bahan berbahaya dan beracun atau yang disingkat dengan B3, sebagai sisa atau limbah yang dihasilkan dari proses produksi dengan kandungan bahan berbahaya dan beracun karena memiliki jumlah dan konsentrasi *toxicity, reactivity, flammability dan corrosivity* yang mampu mencemari dan merusak lingkungan, serta membahayakan kesehatan manusia. Karena keberadaannya yang mengancam ekosistem di sekitarnya, limbah B3 harus ditangani dengan tepat agar tidak merusak dan membahayakan.

Kurang tepat jika beranggapan limbah B3 dapat ditimbun, dibuang, atau dibakar begitu saja. Pengelolaan limbah B3 membutuhkan penanganan khusus dibandingkan limbah yang lain agar bisa mengurangi bahkan menghilangkan kadar racun didalamnya. Adapun metode pengelolaan limbah B3 yang umum digunakan dan terbukti efektif dalam mencegah resiko terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan. Metode pengelolaanya dilakukan dengan:

1) Pengelolaan Limbah B3 secara fisik

Secara fisik, limbah B3 dapat diolah menggunakan 3 metodde yang berbeda. Sesuaikan dengan karakteristik

limbah dan lingkungan Anda dalam memilih metode yang digunakan untuk pengelolaan limbah B3.

- a) Menyisihkan komponen, meliputi stripping, dialisa, adsorpsi, electrodialisa, kristalisasi, leaching, solvent extraction, dan reverse osmosis.
- b) Memisahkan antara padatan dengan cairan, meliputi thickening, sedimentasi, floatasi, filtrasi, koagulasi, sentrifugasi, dan klarifikasi
- c) Membersihkan gas, meliputi wet scrubbing, elektrostatik presipitator, adsorpsi karbon aktif, dan penyaringan partikel.

2) Pengelolaan Limbah B3 secara kimia

Melalui metode kimia, akan terjadi beberapa proses seperti stabilisasi atau solidifikasi, reduksi-oksidasi, absorpsi, prolisa, pertukaran ion, pengendapan, elektrolisis, dan netralisasi. Secara keseluruhan, pengelolaan limbah B3 secara fisik dan kimia yang paling umum digunakan adalah stabilisasi atau solidifikasi. Sebuah proses yang memungkinkan terjadinya perubahan sifat kimia dan bentuk fisik melalui tambahan senyawa pereaksi atau bahan peningkat tertentu yang bisa digunakan untuk membatasi dan memperkecil pelarutan, penyebaran kadar atau daya racun limbah. Proses ini

biasanya ditemukan pada bahan seperti termoplastik, kapur (CaOH_2), serta semen.

- 3) Pengelolaan Limbah B3 secara biologi Pengelolaan limbah B3 secara biologi paling dikenal dengan sebutan viktoremediasi serta bioremediasi. Fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan dalam proses akumulasi serta absorpsi berbagai bahan beracun dan berbahaya dari tanah. Sementara bioremediasi ialah penggunaan jenis mikroorganisme dan bakteri sebagai bahan untuk mengurai atau mendegradasi limbah B3. Kedua proses tersebut tak kalah efektif untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan oleh limbah B3. Apalagi biaya yang dibutuhkan lebih terjangkau jika dibandingkan dengan metode fisik dan kimia, meski secara praktis metode biologi juga memiliki kelemahan akibat prosedur alaminya. Jika dipakai untuk pengelolaan limbah B3 dalam jumlah besar, waktu yang dibutuhkan lebih lama. Serta penggunaan makhluk hidup di dalamate Win proses biologi juga beresiko membawa berbagai senyawa beracun yang dibawa ke dalam rantai makanan ekosistem.

Etika Lingkungan

Manusia sebagai makhluk ciptaan Tuhan yang diberi kelebihan berupa derajat, kecerdasan, budaya, dan keyakinan terhadap penciptanya. Seiring dengan perkembangan teknologi memang telah berhasil membawa manusia untuk menaklukkan dan merajai bumi. Bila manusia mempunyai pandangan seperti kalimat diatas, akan terjadilah pengeksplotasian sumber daya alam baik hayati maupun non-hayati. Hal ini menandakan manusia bukan merupakan bagian dari lingkungan dan hal ini akan menyebabkan bencana dari alam itu sendiri. Oleh karena itu, supaya tidak terjadi bencana alam diterapkan etika lingkungan, dimana manusia mempunyai tanggung jawab dan kewajiban melestarikan keseimbangan lingkungan baik lingkungan biotik maupun lingkungan abiotik Kehidupan manusia di muka bumi ini tidak terlepas dari peran serta lingkungan. Sebagaimana manusia merupakan bagian dari lingkungan, bersama-sama dengan tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang telah menjadi satu mata rantai yang tidak akan terpisah. Untuk itulah, manusia harus memanfaatkan sumber daya alam secara tepat, agar lingkungan tetap lestari.

Pengelolaan lingkungan hidup merupakan pengelolaan terpadu dalam pemanfaatan, penataan, pemeliharaan,

pengawasan, pengendalian, pemuliaan, dan pengembangan lingkungan hidup. Agar tujuan tersebut dapat tercapai perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Mencapai kelestarian hubungan manusia dengan lingkungan hidup sebagai tujuan pembangunan manusia seutuhnya.
- b. Mengendalikan pemanfaatan sumber daya secara bijaksana agar seluruh sumber daya alam digunakan oleh kepentingan orang banyak seproduktif mungkin dan menekan pemborosan seminimal mungkin.
- c. Mewujudkan manusia sebagai pembina lingkungan hidup, oleh sebab itu pengembangan sumber daya alam senantiasa harus disertai dengan usaha memelihara kelestarian tata lingkungan.

Melaksanakan pembangunan berwawasan lingkungan untuk kepentingan generasi sekarang dan mendatang. Manusia adalah komponen biotik yang memiliki pengaruh ekologi terkuat di biosfer bumi. Dengan ilmu dan teknologinya, manusia berpengaruh besar untuk memusnahkan maupun meningkatkan ekosistem.

Lampiran 39. Lembar Observasi Keterlaksanaan Sintaks Model Pembelajaran *Problem Based Learning*

**LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN SINTAKS MODEL PEMBELAJARAN
*PROBLEM BASED LEARNING***

A. Identitas

Nama Observer : *fatmah S.Pd.*
Hari/Tanggal : *Rabu, 7 Mei 2025*

B. Petunjuk Pengisian

Berikan tanda (✓) yang sesuai dengan pengamatan pada kolom yang tersedia!

C. Lembar Observasi

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Hasil Pengamatan	
			Ya	Tidak
Pendahuluan	Pengkondisian siswa	Pengkondisian Awal: - Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam - Guru memimpin doa bersama sebelum pelajaran	- Siswa merespons salam dan mengikuti doa pembuka dengan tertib.	✓
	- Guru menanyakan kabar siswa	- Siswa menjawab sapaan kabar	✓	
	- Guru mengecek kehadiran siswa	- Siswa mendengarkan dan memperhatikan saat guru melakukan pengecekan kehadiran.	✓	
	- Melakukan ice breaking yang dipandu oleh guru	- Siswa mengikuti kegiatan ice breaking yang dipandu guru	✓	
Apersepsi	Apersepsi	Apersepsi: - Menanyakan materi yang sudah diajarkan sebelumnya dan dikaitkan ke materi perubahan lingkungan dan pencemaran air	- Siswa menyimak pertanyaan guru terkait materi sebelumnya. - Siswa mencoba menjawab pemahaman mereka tentang materi yang telah diajarkan sebelumnya. - Siswa mendengarkan penjelasan guru	✓
	Pemberian Acuan	Pemberian Acuan: Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan	Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran yang akan dicapai.	✓

Inti	Orientasi siswa pada masalah	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan materi melalui PPT - Guru menyajikan berita artikel untuk melibatkan siswa dalam pemecahan masalah 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa membaca secara mandiri atau bersama kelompok berita yang disediakan guru - Siswa mencermati masalah utama dari masing-masing berita 	✓	
	Mengorganisasikan siswa untuk belajar	<ul style="list-style-type: none"> - Guru membentuk beberapa kelompok (5-6 per kelompok) - Guru mengkondisikan siswa untuk berada pada kelompok 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa duduk bersama anggota kelompok yang telah ditentukan oleh guru. 	✓	
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan LKPD dan mengarahkan siswa untuk mengerjakan LKPD dalam diskusi kelompok sesuai petunjuk belajar - Siswa melaksanakan instruksi yang ada di dalam LKPD 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima LKPD yang dibagikan oleh guru. - Siswa membaca petunjuk kerja pada LKPD secara seksama bersama anggota kelompok. - Siswa mendiskusikan isi LKPD secara kolaboratif. 	✓		
	Membimbing penyelidikan secara individu atau kelompok	Mencari Informasi Tambahan:	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa bersama kelompok mencari informasi yang relevan dari internet, buku, atau sumber terpercaya lainnya terkait topik yang telah diberikan di LKPD. 	✓	
	<ul style="list-style-type: none"> - siswa saling berdiskusi dengan bimbingan guru untuk menyelesaikan permasalahan pada LKPD - siswa berani mengungkapkan gagasannya - guru membimbing siswa untuk mengumpulkan informasi dan mengisi LKPD dengan teliti dan berurutan 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa terlibat dalam diskusi kelompok untuk membahas hasil pencarian informasi. - Siswa saling berbagi pendapat dan mendengarkan gagasan dari anggota lain. - Siswa terbuka terhadap masukan dan tanggapan dari teman sekelompok maupun guru. - Siswa mengisi LKPD berdasarkan hasil pencarian dan diskusi secara terstruktur dan rurut. 	✓		

	<ul style="list-style-type: none"> - guru memantau jalannya diskusi dan membantu kelompok yang mengalami kesulitan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa meminta bantuan guru jika menemui kesulitan dalam memahami informasi atau mengembangkan solusi. 	✓	
	<p>Mengembangkan dan Menyajikan hasil karya</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru meminta setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas. Kelompok lain diminta untuk menanggapi 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas secara bergiliran antar kelompok. - Siswa dari kelompok lain menyimak presentasi dan memberikan pertanyaan atau tanggapan yang membangun. 	✓	
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru mendampingi siswa dalam melakukan presentasi agar berjalan lancar dan kondusif 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjaga suasana presentasi yang kondusif, mendengarkan dengan sopan, dan menghargai pendapat teman. 	✓	
	<p>Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membantu siswa melaksanakan refleksi terhadap penyelidikan pemecahan masalah 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa terbantu dalam melaksanakan refleksi terhadap penyelidikan pemecahan masalah 	✓	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan apresiasi kepada siswa yang memiliki kinerja yang baik 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima apresiasi dari guru atas partisipasi dan hasil kerja kelompok/individu. 	✓	
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru meminta siswa untuk menyampaikan kesan belajarnya sebagai refleksi pembelajaran hari ini 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa secara bergiliran menyampaikan kesan, pengalaman, atau pelajaran yang didapat selama proses pembelajaran hari ini 	✓	
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru menyampaikan rencana pembelajaran pada hari berikutnya 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mencatat atau mengingat arahan guru terkait materi atau tugas yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya. 	✓	
	<ul style="list-style-type: none"> - Guru menutup pembelajaran dengan berdo'a dan mengucapkan salam 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengikuti doa penutup dan salam dari guru dengan tertib. 	✓	

Karanganyar, 28 Mei 2025

Observer



Fatmawati S.Pd.

Lampiran 40. Lembar Observasi Keterlaksanaan Sintaks Model Pembelajaran *Direct Instruction*

**LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN SINTAKS MODEL PEMBELAJARAN
*DIRECT INSTRUCTION***

A. Identitas

Nama Observer : *falmak S.Pd.*
Hari/Tanggal : *Selasa, 6 Mei 2025*

A. Petunjuk Pengisian

Berikan tanda (✓) yang sesuai dengan pengamatan pada kolom yang tersedia!

B. Lembar Observasi

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Hasil Pengamatan	
			Ya	Tidak
Pendahuluan	Pengkondisionan siswa <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam - Guru memimpin doa bersama sebelum pelajaran - Guru menanyakan kabar siswa - Guru mengecek kehadiran siswa - Melakukan ice breaking yang dipandu oleh guru 	Pengkondisionan Awal: <ul style="list-style-type: none"> - Siswa merespons salam dan mengikuti doa pembuka dengan tertib. - Siswa menjawab sapaan kabar - Siswa mendengarkan dan memperhatikan saat guru melakukan pengecekan kehadiran. - Siswa mengikuti kegiatan ice breaking yang dipandu guru 	✓	
Inti	Fase Orientasi <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan - Menanyakan materi yang sudah diajarkan sebelumnya dan dikaitkan ke materi - Menyampaikan rencana kegiatan 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa memperhatikan penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran yang akan dicapai. - Siswa menyimak pertanyaan guru terkait materi sebelumnya. - Siswa mencoba menjawab pemahaman mereka tentang materi yang telah diajarkan sebelumnya 	✓	
	Fase Demonstrasi <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyajikan PPT dan menjelaskan materi 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menyimak materi dari guru 	✓	
	Fase Latihan Terbimbing <ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan penugasan melalui LKPD 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa bekerja dalam kelompok untuk mengerjakan LKPD 	✓	
	Fase Mengecek Pemahaman dan memberikan umpan balik	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjawab pertanyaan guru berdasarkan pengalaman pribadi 	✓	

	<ul style="list-style-type: none"> - Guru mengajukan pertanyaan kepada kelompok untuk mengevaluasi pemahaman mereka terhadap materi - Memberi umpan balik konstruktif terhadap laporan dan presentasi kelompok - Menjelaskan kembali konsep-konsep yang belum dipahami dengan baik oleh siswa 	atau pengamatan mereka terhadap pencemaran di lingkungan sekitar	.	
	Fase Latihan Mandiri <ul style="list-style-type: none"> - Guru memberi tugas individu di setiap pertemuan 	- Siswa mengerjakan tugas individu	✓	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan apresiasi kepada siswa yang memiliki kinerja yang baik - Guru meminta siswa untuk menyampaikan kesan belajarnya sebagai refleksi pembelajaran hari ini - Guru menutup pembelajaran dengan berdo'a dan mengucapkan salam 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menerima apresiasi dari guru atas partisipasi dan hasil kerja kelompok/individu. - Siswa secara bergiliran menyampaikan kesan, pengalaman, atau pelajaran yang didapat selama proses pembelajaran hari ini - Siswa mengikuti doa penutup dan salam dari guru dengan tertib. 	✓	

Karanganyar, 29 Mei 2025

Observer



Alifatmawati, S.Pd.

Lampiran 41. Dokumentasi



Kelas Kontrol



Kelas Eksperimen



Observer di kelas eksperimen



Observer di kelas kontrol



Kelas Eksperimen



Presentasi Siswa



Bersama Guru Biologi



Pengerjaan LKPD

Lampiran 42. Surat Penunjuk Dosen Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jl.Prof.Dr.Hanika (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185
 Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.3173/Un.10.8/J8/ DA.08.05/04/2025 Semarang , 17 April 2025
 Lamp :

Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:
 Ndzani Latifatur Rof'i'ah, M.Pd
 Widi Cahya Adi, M.Pd
 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 : Dyan Hamidah
 NIM : 2108086126
 Prodi. : Pendidikan Biologi
 Judul : **PENGARUH MODEL PROBLEM BASED LEARNING TERHADAP HIGHER ORDER THINKING SKILLS DAN KETERAMPILAN KOLABORASI SISWA SMA KELAS X**

Demikian Penunjukan pembimbing Skripsi ini kami sampaikan terima kasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan,
 Ketua Prodi,

Dr. Listyono, M.Pd.
 NIP. 19691016 200801 1 008

Lampiran 43. Surat Penunjuk 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](http://fst.walisongo.ac.id)

Nomor : B.3638/Un.10.8/D/SP.01.06/04/2025

Lamp : -

Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Ndzani Latifatur Rofiah, M.Pd.

Validator Modul Ajar dan Ahli Keterampilan Kolaborasi
(Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)

2. Widi Cahya Adi, M.Pd.

Validator Ahli Soal Higher Order Thinking Skills
(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	:	Dyan Hamidah
NIM	:	2108086126
Program Studi	:	PENDIDIKAN BIOLOGI
Fakultas	:	Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	:	Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Higher Order Thinking Skills dan Keterampilan Kolaborasi Siswa Kelas X

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 30 April 2025

an. Dekan,
Ketua Prodi

Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 19691016 200801 1 008

Lampiran 44. Surat 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](http://fst.walisongo.ac.id)

Nomor : B.1662/Un.10.8/K/SP.01.08/02/2025

Lamp : -

Hal : Permohonan Izin Observasi Pra Riset dan Wawancara

Kepada Yth.

Kepala Sekolah SMA Ma'arif Karanganyar, Purbalingga
 Jl. Raya Karanganyar No. 11 Kec. Karanganyar, Kab. Purbalingga
 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	:	Dyan Hamidah
NIM	:	2108086126
Jurusan	:	PENDIDIKAN BIOLOGI
Semester	:	VIII (Delapan)

Untuk melaksanakan observasi di Sekolah yang Bapak/Ibu pimpin , Maka kami mohon berkenan diliyihkan mahasiswa dimaksud , yang akan dilaksanakan pada 20 s.d 21 Februari 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, 17 Februari 2025

an. Dekan,

bag. Tata Usaha,


 KEMENTERIAN AGAMA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 WALISONGO SEMARANG
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 REPUBLIK INDONESIA
 Dr. H. Kharis, SH, M.H
 NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

cp : 081327789648

Lampiran 45. Surat 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](http://fst.walisongo.ac.id)

Nomor : B.3649/Un.10.8/K/SP.01.08/04/2025

Semarang, 30 April 2025

Lamp : Proposal Skripsi

Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
 Kepala Sekolah SMA Ma'arif NU Karanganyar
 Jl. Raya Karanganyar No.11, Desa Karanganyar, Kec. Karanganyar
 Kota Purbalingga, Jawa Tengah, 53354
 di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Dyan Hamidah
 NIM : 2108086126
 Jurusan : PENDIDIKAN BIOLOGI
 Judul : Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Higher Order Thinking Skills dan Keterampilan Kolaborasi Siswa Kelas X
 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 1 Mei - 6 Juni 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Tembusan Yth.

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

Cp Dyan Hamidah : 081327789648



Lampiran 46. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Riset



LEMBAGA PENDIDIKAN MA'ARIF NU PCNU PURBALINGGA SMA MA'ARIF KARANGANYAR

Jl. Raya Karanganyar No. 11 Purbalingga Kode Pos 53354

0815 777 3250 ☎ (0281) 758598 ✉

sma.maarifkaranganyar.php@gmail.com ✉

<http://sma.maarifkaranganyar.sch.id> ☎

SURAT KETERANGAN

No : 421.3/1989/B08.60/248/VI/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	:	IMAMUDDIN, S.Ag., M.H.I.
NIP	:	-
Jabatan	:	Kepala Sekolah
Unit Kerja	:	SMA Ma'arif Karanganyar
Alamat	:	Jalan Raya Karanganyar No. 11, Purbalingga

Berdasarkan Surat Permohonan Ijin Riset dari Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang Nomor : B.3649/Un.10.8/K/SP.01.08/04/2025, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama Lengkap	:	DYAN HAMIDAH
NIM	:	2108086126
Jurusan	:	Pendidikan Biologi
Judul	:	Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Higher Order Thinking Skills dan Keterampilan Kolaborasi Siswa Kelas X
Semester	:	VIII (Delapan)

Benar-benar telah melaksanakan Riset di SMA Ma'arif Karanganyar pada tanggal 1 Mei – 6 Juni 2025 dengan Judul. Selama melakukan Riset di SMA Ma'arif Karanganyar bersikap baik.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Karanganyar, 04 Juni 2025

Kepala Sekolah



Lampiran 47. Riwayat Hidup

Riwayat Hidup

A. Identitas Diri

Nama : Dyan Hamidah
Tempat, Tanggal Lahir : Purbalingga, 1 April 2002
Alamat : Jambudesa Rt03/Rw04, Kec. Karanganyar, Kab. Purbalingga, Jawa Tengah, 53354
Email : hamidahdyan@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

SD N 1 Karanganyar
SMP N 1 Bobotsari
SMA N 1 Bobotsari
UIN Walisongo Semarang

C. Karya Ilmiah

Hamidah, D., Wakhidah, S. I., Pitaloka, D., & Pastika, P. (2025). Analysis of the Use of TikTok as a Learning Resource for Biology Students at UIN Walisongo Semarang. *Partisipan : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1 SE-Articles), 31-35.
<https://journal.innoscientia.org/index.php/partisipan/article/view/126>

Semarang. 17 Juni 2025



Dyan Hamidah
NIM. 2108086126