



**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN 6E BERBASIS STEM
TERHADAP KETERAMPILAN *PROBLEM SOLVING* DAN
KOLABORASI SISWA SEKOLAH MENENGAH ATAS PADA
MATERI PENCEMARAN AIR**

SKRIPSI

Oleh :

**Nadya Efelin Al Prasa
210210103110**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JEMBER
2025**



**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN 6E BERBASIS STEM
TERHADAP KETERAMPILAN *PROBLEM SOLVING* DAN
KOLABORASI SISWA SEKOLAH MENENGAH ATAS PADA
MATERI PENCEMARAN AIR**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Pendidikan Biologi*

SKRIPSI

Oleh :

**Nadya Efelin Al Prasa
210210103110**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JEMBER
2025**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya, dan sholawat serta salam tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kita menuju jalan yang benar. Saya persembahkan skripsi ini dengan penuh cinta dan kasih kepada:

1. Teristimewa kedua orang tua saya, Bapak Prastyo Wibowo dan Ibu Lila Setia Ningsih yang senantiasa menjadi sumber inspirasi, kekuatan, dukungan berupa moril maupun materil yang tak terhingga, serta ketulusan doa yang tiada henti dipanjatkan sehingga anak sulungnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
2. Bapak dan ibu guru yang telah mendidik saya sejak jenjang TK hingga SMA, serta segenap Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember, yang telah membimbing, mengajarkan ilmu, dan berbagi pengalaman berharga sehingga saya bisa mencapai tahap ini;
3. Almamater Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember yang saya cintai dan saya banggakan;

MOTTO

فَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَهُ

"Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan sekecil apapun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya."

(Terjemahan Q.S Al-Zalzalah: 7)¹

¹ASY-SYIFA Al-Qur'an. 2013. Al-Qur'an Tajwid Warna, Transliterasi Perkata, Terjemah Perkata. Jakarta Selatan : Bintaro.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Nadya Efelin Al Prasa

NIM : 210210103110

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Pengaruh Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM terhadap Keterampilan Problem Solving dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas pada Materi Pencemara Air* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung-jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Juni 2025

Yang menyatakan,

Nadya Efelin Al Prasa

NIM. 210210103110

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “*Pengaruh Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM terhadap Keterampilan Problem Solving dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas pada Materi Pencemara Air*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 26 Juni 2025

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pembimbing

1. Pembimbing Utama

Nama : Bevo Wahono S.Pd., M.Pd., Ph.D.

NIP : 198705262012121002

Tanda Tangan

(.....)

2. Pembimbing Anggota

Nama : Dr. Drs. Slamet Hariyadi, M.Si.

NIP : 196801011992031007

(.....)

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Drs. Wachju Subchan, MS., Ph.D.

NIP : 196308131993021001

(.....)

2. Penguji Anggota 1

Nama : Dr. Bea Hana Siswati, S.Pd.,M.Pd.
MCE., CIQaR.

NIP : 199004012019032025

(.....)

ABSTRACT

This study aims to examine the effect of the 6E STEM-based learning model on problem-solving and collaboration skills of high school students in the topic of water pollution. The Merdeka Curriculum emphasizes the importance of developing 21st-century skills, including problem-solving and collaboration, which remain challenges in conventional learning. The STEM approach and the 6E learning model (Engage, Explore, Explain, Engineer, Enrich, Evaluate) are believed to have the potential to address these issues. The research method employed was a quasi-experimental design with a Nonequivalent Control Group Design. The subjects of the study were 10th-grade students at SMA Negeri Pakusari, Jember, during the 2024/2025 academic year. Two classes were selected as samples: the experimental class implemented the 6E STEM-based learning model, while the control class used direct instruction. Data was collected through pre-tests and post-tests for problem-solving skills, and questionnaires for collaboration skills. Data analysis was conducted using Analysis of Covariance (Ancova) with SPSS 24 software, after ensuring data normality (Kolmogorov-Smirnov) and homogeneity (Leven's Test). The results showed that the 6E STEM-based learning model had a significant effect on students' problem-solving skills (Sig. = 0.000 < 0.05) and student collaboration skills (Sig. = 0.000 < 0.05). Student engagement throughout the Engage to Evaluate cycle, particularly during the Engineer phase which involved designing a water purifier, effectively enhanced their ability to understand, plan, implement, and evaluate solutions. Improved collaboration was also evident from high percentages in indicators such as respect, contribution, time management, and responsibility. Thus, the 6E STEM-based learning model proved effective in improving students' problem-solving and collaboration skills in the topic of water pollution.

Keywords: *6E Learning Model, STEM, Problem-Solving Skills, Collaboration Skills, Water Pollution*

RINGKASAN

Pengaruh Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM terhadap Keterampilan *Problem Solving* dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Materi Pencemaran Air; Nadya Efelin Al Prasa, 210210103110, 2025, 53 halaman, Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan; Universitas Jember.

Pada abad ke-21, Kurikulum Merdeka menekankan penguatan kompetensi siswa pada keterampilan *problem solving* dan kolaborasi. Keterampilan *problem solving* memungkinkan siswa berpikir dan berinteraksi aktif dalam menyelesaikan masalah berdasarkan pengetahuan yang dimiliki. Sementara itu, keterampilan kolaborasi melibatkan interaksi antara dua atau lebih siswa untuk berbagi tanggung jawab dan mencapai pemahaman bersama mengenai masalah dan solusinya. Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dinilai efektif dalam memaksimalkan pengembangan kedua keterampilan tersebut. Salah satu model pembelajaran yang penting dalam pendekatan STEM adalah model pembelajaran 6E, yang dirancang untuk meningkatkan keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa. Materi perubahan lingkungan, khususnya pencemaran air, merupakan topik yang relevan dalam kehidupan sehari-hari dan seringkali menantang bagi siswa karena memerlukan pemahaman interdisipliner antara fisika dan biologi. Mengingat masih terbatasnya kajian mengenai pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa SMA pada materi pencemaran air, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model tersebut dalam konteks pembelajaran ini.

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (quasi experimental) menggunakan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Tempat yang dipilih adalah SMA Pakusari Jember, Jalan PB. Sudirman No.120, Sumber Suko, Pakusari, Kec. Pakusari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68181. Waktu Penelitian dilaksanakan pada semester genap Tahun Pelajaran 2024/2025. Populasi pada penelitian ini yaitu populasi pada siswa kelas kelas X MIPA Tahun Pelajaran 2024/2025. Sampel pada penelitian ini yaitu 2 kelas dimana kelas X1 akan dijadikan sebagai kelas kontrol dengan model pembelajaran konvensional dan kelas X8

dijadikan sebagai kelas eksperimen dengan model pembelajaran 6E berbasis STEM edu. Pemilihan kelas didasarkan pada normalitas dan homogenitas analisis data nilai ujian sebelumnya. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi, wawancara, tes dan dokumentasi.

Hasil penelitian dianalisis menggunakan program SPPSS *statistic 24*. Uji Ancova pada keterampilan *problem solving* menunjukkan bahwa hasil signifikansi sebesar 0,000, yang berarti lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian data tersebut menandakan H₀ ditolak dan H₁ diterima karena memiliki nilai <0,05. Adanya penolakan H₀ dan penerimaan H₁ menandakan bila ditemukan pengaruh perlakuan yang diberikan kepada siswa. Sementara untuk keterampilan kolaborasi siswa didapatkan hasil signifikansi sebesar 0,000, yang berarti lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian data tersebut menandakan H₀ ditolak dan H₁ diterima karena memiliki nilai <0,05. Adanya penolakan H₀ dan penerimaan H₁ menandakan bila ditemukan pengaruh perlakuan yang diberikan kepada siswa, berupa model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) terdapat pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM pada materi pencemaran air terhadap keterampilan *problem solving* siswa ($F = 32.978.$, $\alpha 0,0001$). (2) terdapat pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM pada materi pencemaran air terhadap keterampilan kolaborasi siswa ($F = 15.014.$, $\alpha 0,0001$).

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap Keterampilan *Problem Solving* dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas pada Materi Pencemaran Air” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat penyelesaian pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Mohamad Na'im, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Prof. Dr. Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Bevo Wahono S.Pd., M.Pd., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Slamet Haryadi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian untuk membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Drs. Wachju Subchan, MS., Ph.D. selaku Dosen Penguji Utama dan Dr. Bea Hana Siswati, S.Pd., M.Pd., MCE., CIQaR selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
6. Hajar Syifa Fiarani, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa meluangkan waktu dan perhatiannya selama proses perkuliahan;
7. Seluruh dosen dan KOMBI Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember atas segala ilmu yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa;

8. Ibu Beny Yulianingsih, S.Si., M.Pd. dan Bapak Akh. Husaen Hadiano, S.Pd., M.Pd. selaku Guru Biologi SMA Negeri Pakusari Jember, yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama kegiatan penelitian;
 9. Ayah Prastyo Wibowo, panutan yang telah mengajarkan tanggung jawab, keteguhan hati, kemandirian, dan cara bertahan di kala sulit. Pengorbananmu, meski tak terucap, adalah wujud cinta terdalam bagi penulis;
 10. Mama Lila Setyaningsih, yang doanya selalu menerangi jalanku dari kegelapan, menjaga hatiku tetap hangat di tengah dinginnya perjuangan. Kesabaran dan keteguhan hati Mama adalah warisan terbaikku. Terima kasih atas cinta kasih Mama yang tak berujung;
 11. Nafthasya Griseldis Al Prasa, adikku yang berparas dan bernama indah. Canda, peluk, dan perhatian tulusmu adalah penguat di kala lelah, pengingat aku tak sendiri. Skripsi ini adalah bukti perjuangan yang berujung indah;
 12. Buby, kucing putih kesayanganku. Terima kasih telah menemani di malam-malam sulit, selalu tahu kapan aku butuh. Kau lebih dari kucing, kau keluarga, sahabat, penenang jiwa;
 13. Pejuang Firdaus & Flipside, teman-teman yang selalu kebersamai. Terima kasih telah menjadi teman baik yang senantiasa memberi arahan, motivasi, dan semangat saat penulis kehilangan arah hingga berhasil menyelesaikan skripsi ini;
 14. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Biologi angkatan 2021, yang telah memberikan semangat satu sama lain;
 15. Kepada semua pihak yang tidak tercantum namanya saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas penyelesaian tugas akhir ini;
- Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kebaikan dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Jember, 26 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	vi
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Penelitian	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB 2. TINJAUAN TEORI.....	7
2.1 Keterampilan <i>Problem solving</i>	7
2.2 Keterampilan Kolaborasi Siswa	9
2.3 STEM.....	10
2.4 Model Pembelajaran 6E	12
2.5 Karakteristik Materi Pencemaran Air.....	16
2.6 Hipotesis	17
2.7 Kerangka Berpikir	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Jenis Penelitian	19
3.2 Waktu Penelitian.....	19
3.3 Subjek Penelitian.....	19
3.3.1 Populasi Penelitian	19
3.3.2 Sampel Penelitian.....	19
3.4 Desain dan Rancangan Penelitian	20

3.5 Variabel Penelitian	21
3.6 Definisi Operasional Variabel	21
3.7 Langkah-Langkah Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM	22
3.8 Prosedur Penelitian	24
3.9 Teknik Pengumpulan Data	25
3.10 Analisis Data	26
3.11 Alur Penelitian	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Penelitian	29
4.1.1 Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran	29
4.1.2 Keterampilan <i>Problem solving</i>	30
4.1.2 Keterampilan Kolaborasi Siswa	32
4.2 Pembahasan	34
4.2.1 Keterampilan <i>Problem solving</i>	35
4.2.2 Keterampilan Kolaborasi Siswa	41
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indikator Keterampilan <i>Problem solving</i>	8
Tabel 2. 2 Indikator Keterampilan Kolaborasi Siswa	10
Tabel 3. 1 Desain penelitian.....	20
Tabel 3. 2 Variabel dan Parameter Penelitian	21
Tabel 3. 3 Kriteria <i>Problem Solving</i>	25
Tabel 3. 4 Kriteria Keterampilan Kolaboratif.....	26
Tabel 4. 1 Hasil Uji <i>Ancova</i> pengaruh 6E berbasis STEM terhadap Keterampilan <i>Problem</i>	31
Tabel 4. 2 Hasil Uji <i>Ancova</i> pengaruh pembelajaran 6E terhadap Keterampilan... kolaborasi siswa.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka Berfikir.....	18
Gambar 3. 1 Prosedur Penelitian.....	24
Gambar 4. 1 Histogram persentase keterampilan <i>Problem solving</i>	31
Gambar 4. 2 Histogram persentase keterampilan kolaborasi siswa.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Penelitian.....	54
Lampiran 2. 1 Kelas Kontrol.....	56
Lampiran 2. 2 Kelas Eksperimen.....	62
Lampiran 3. 1 LKPD Kelas Kontrol.....	70
Lampiran 3. 2 Kelas Eksperimen.....	82
Lampiran 4. 1 Soal Pretest Kelas Kontrol.....	96
Lampiran 4. 2 Soal Pretest Kelas Eksperimen.....	100
Lampiran 5. 1 Soal Posttest kelas Kontrol.....	104
Lampiran 5. 2 Soal Posttest Kelas Eksperimen.....	108
Lampiran 6. 1 Angket kelas Kontrol.....	112
Lampiran 6. 2 Angket Kelas Eksperimen.....	114
Lampiran 7. Rubrik Kolaborasi Siswa.....	117
Lampiran 8. 1 Rubrik <i>Problem Solving</i>	118
Lampiran 9. 1 Data Nilai Ulangan Materi Sebelumnya.....	120
Lampiran 9. 2 Uji Normalitas.....	121
Lampiran 10. 1 Kelas Eksperimen.....	122
Lampiran 10. 2 Kelas Eksperimen.....	123
Lampiran 11. 1 Kelas Eksperimen.....	125
Lampiran 11. 2 Kelas Kontrol.....	126
Lampiran 12. 1 Uji Keterampilan <i>Problem Solving</i>	128
Lampiran 12. 2 Uji Keterampilan Kolaborasi Siswa.....	129
Lampiran 13. 1 Validasi Perangkat Pembelajaran.....	130
Lampiran 14. 1 Lembar Keterlaksanaan Penelitian.....	137

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada abad 21, Kurikulum Merdeka sebagai kurikulum nasional menekankan pentingnya penguatan kompetensi dimana siswa dituntut untuk memiliki keterampilan *problem solving*. Keterampilan *problem solving* merupakan keterampilan dalam proses pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dan berinteraksi secara aktif dalam menyelesaikan masalah berdasarkan pada pengetahuan yang telah dimiliki oleh siswa (Subaidah *et al.*, 2019). *Problem solving* memerlukan pemahaman terhadap cara menghadapi tantangan yang dihadapi. Sebagai contoh, proses kognitif yang signifikan termasuk pemahaman terhadap pernyataan masalah, mengumpulkan fakta yang relevan untuk penyelesaian masalah, berkolaborasi dalam mencari solusi yang tepat, serta mengidentifikasi akar masalah. Ini digambarkan sebagai langkah-langkah proses pembelajaran efektif yang memungkinkan guru menyelesaikan masalah-masalah kompleks untuk mengarahkan dan mendorong kolaborasi siswa (Wiria & Heffi, 2023).

Keterampilan kolaborasi memiliki peran yang sangat penting dalam proses pembelajaran di dalam kelas. Melalui kolaborasi, siswa dapat memperluas pengetahuan mereka dan mendapatkan berbagai pengalaman yang berharga, yang pada akhirnya membantu mereka dalam mencapai tujuan-tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Keterampilan kolaborasi siswa merupakan keterampilan yang didefinisikan sebagai interaksi yang terjalin antara dua atau lebih siswa, dimana mereka berusaha untuk berbagi tanggung-jawab serta mengemban peran masing-masing guna mencapai pemahaman bersama terkait dengan masalah dan solusinya (Da Fonte & Barton, 2017). Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Kumalaretna *et al* (2017) dilihat dari keterampilan mereka terhadap *problem solving*, dimana setiap individu cenderung mengandalkan keyakinan dan ide-ide pribadi tanpa melibatkan penyusunan rencana bersama dengan anggota kelompok. Hal ini mengakibatkan apabila suatu tugas selesai dengan benar, individu tersebut

cenderung mengklaim jawaban tersebut sebagai pencapaian pribadi tanpa mengakui kontribusi dari anggota kelompok lainnya. Namun, jika terjadi kesalahan dalam hasil kerja, individu yang mengerjakan tugas tersebut seringkali dijadikan kambing hitam oleh sesama anggota kelompok. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Octaviana *et al* (2022) bahwa terdapat masalah yang terkait dengan kurangnya keterampilan kolaborasi yang dimiliki oleh peserta didik dalam proses pembelajaran. Berdasarkan permasalahan tersebut, diakui adanya kebutuhan akan suatu pendekatan yang mampu meningkatkan kolaborasi antar siswa. Salah satu pendekatan yang memiliki potensi untuk mendukung pengembangan keterampilan kolaborasi adalah melalui pendekatan STEM.

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan suatu cara dalam memaksimalkan pengembangan *problem solving* dan kolaborasi siswa. Pendekatan STEM dalam pembelajaran sangat sesuai untuk mengembangkan keterampilan *problem solving* tingkat tinggi (Widana *et al.*, 2021). Pembelajaran STEM dan keterampilan *problem solving* serta kolaborasi masih membutuhkan strategi pedagogis yang tepat. Model pembelajaran 6E (*Engage, Explore, Explain, Engineer, Enrich, Evaluate*) menawarkan kerangka konstruktivis yang berpotensi besar untuk mengatasi tantangan ini. Setiap fase dalam model 6E dirancang untuk secara sistematis melibatkan siswa dalam proses belajar aktif yang secara alami memupuk keterampilan *problem-solving* dan kolaborasi. Sebagai contoh, fase *Explore* dan *Elaborate* secara khusus mendorong siswa untuk bekerja sama dalam mengidentifikasi masalah, merancang eksperimen, mengumpulkan data, serta mencari solusi inovatif (Hsiao *et al.*, 2022). Pendekatan STEM apabila diterapkan dalam dunia pendidikan maka pembelajaran akan mengarah pada siswa sebagai pusat kegiatan pembelajaran, meningkatkan prestasi baik dalam bidang matematika maupun sains dan membantu peserta didik meningkatkan kesadaran akan pentingnya ilmu pengetahuan engineering itu sendiri yang berkaitan dengan STEM (Arrohman *et al.*, 2022). STEM memiliki enam karakteristik khusus yang membedakannya dengan pendekatan lain yaitu pelajaran STEM dipandu oleh proses desain teknik dimana desain tersebut berasal dari pemikiran siswa sendiri dalam mengembangkan solusi untuk mengatasi

permasalahan, Pendekatan STEM membawa siswa ke dalam inkuiri langsung dan eksplorasi terbuka (Wahono & Chang, 2019). Dengan diperkenalkannya kurikulum 2013 dan kurikulum merdeka, STEM menjadi salah satu pendekatan yang sesuai untuk diterapkan. Salah satu aspek penting dalam pembelajaran berbasis STEM adalah model pembelajaran 6E.

Model pembelajaran 6E adalah salah satu model pembelajaran yang dirancang untuk menghubungkan kegiatan pembelajaran dengan pendekatan STEM yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan siswa dalam *problem solving* serta keterampilan kolaborasi mereka. Model pembelajaran 6E adalah model pembelajaran konstruktivis di mana peserta didik terlibat dalam aktivitas dan interaksi edukatif untuk mengembangkan pemahaman mereka sendiri melalui tindakan selama pembelajaran (Arrohman *et al.*, 2022). Model pembelajaran 6E mengoptimalkan prinsip desain dan penyelidikan semua aspek dalam satu proses dimana model ini memberikan kerangka pembelajaran yang berfokus pada siswa dengan mengintegrasikan konten secara terarah, terinformasi serta dalam proses pembelajaran 6E, siswa juga diharapkan secara bertahap membangun pengetahuan mereka sendiri melalui diskusi kelompok, pengumpulan informasi, dan praktik langsung (Hsiao *et al.*, 2022). Dalam pembelajaran yang kompleks ini, pengembangan *problem solving* dan kolaborasi siswa dapat ditingkatkan secara signifikan. Melalui penerapan pendekatan yang berbasis STEM bersama dengan model pembelajaran 6E, keterampilan-keterampilan tersebut mampu berjalan dengan baik, terutama ketika diterapkan dalam pembelajaran topik-topik ilmiah, seperti perubahan lingkungan.

Perubahan lingkungan adalah salah satu topik yang paling sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari karena keberadaan dan aktivitas manusia selalu terkait erat dengan kondisi lingkungan di sekitarnya. Topik ini mencakup diskusi mendalam tentang berbagai faktor yang menyebabkan perubahan lingkungan, terutama pencemaran air, serta dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran tersebut terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Selain itu, materi ini juga membahas secara rinci berbagai upaya yang dilakukan oleh manusia untuk mengatasi dan mengelola masalah pencemaran air, termasuk tindakan preventif dan remedial yang

bertujuan untuk melindungi dan memperbaiki kualitas lingkungan (Nariswari *et al.*, 2022). Pencemaran air adalah bagian dari kurikulum biologi yang dikenal masih jarang diperhatikan walaupun dampak yang dihasilkan sangat berbahaya. Pencemaran air adalah topik dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Terpadu yang menggabungkan konsep pemisahan campuran dengan pencemaran lingkungan. Topik ini sering kali menjadi tantangan bagi siswa karena memerlukan pemahaman mendalam dari dua bidang kajian yang berbeda, yaitu fisika dan biologi. Oleh karena itu, ketika siswa dihadapkan pada tes yang mengharuskan mereka menerapkan pengetahuan dari kedua disiplin ilmu tersebut secara bersamaan, mereka cenderung mengalami kesulitan (Widyastutik *et al.*, 2014). Pemahaman peserta didik terkait pencemaran air perlu ditigkatkan agar nantinya dapat berkontribusi dalam mengurangi masalah tersebut.

Kajian mengenai pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa Sekolah Menengah Atas pada perubahan lingkungan masih sangat sedikit. Penelitian yang dilakukan oleh Rumiwati (2022) menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran 6E yang berbasis STEM telah berhasil meningkatkan kualitas belajar dalam aspek pengetahuan, keterampilan, sikap, serta keterampilan dalam *problem solving* dan kolaborasi antar siswa. Sementara itu, penelitian yang dilaksanakan oleh Widiarti (2022) mengatakan bahwa perangkat pembelajaran STEM yang dikembangkannya efektif dalam mengasah keterampilan berpikir kritis serta memfasilitasi siswa dalam menyelesaikan masalah. Penelitian yang dilakukan oleh Wahono *et al* (2021) mengatakan bahwa integrasi STEM dengan model pembelajaran 6E meningkatkan kualitas pembelajaran menjadi lebih menyeluruh dan terstruktur, serta memperkuat peranan teknologi dan rekayasa dalam pendekatan STEM. Selain itu peneliti Lin (2021) mengindikasikan bahwa penerapan model pembelajaran 6E berbasis STEM berkontribusi pada peningkatan motivasi belajar serta keterampilan siswa dalam menyelesaikan *problem solving*.

Berbagai kajian yang telah dibahas belum secara detail menjelaskan dampak dari pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa Sekolah Menengah Atas pada materi

pencemaran air. Oleh karena itu, diperlukan sebuah penelitian untuk mengevaluasi sejauh mana model pembelajaran 6E berbasis STEM dapat menjadikan pembelajaran lebih efisien, serta memperkuat keterampilan *problem solving* dan meningkatkan kolaborasi siswa, khususnya pada materi pencemaran air. Berdasarkan uraian tersebut, penulis dalam penelitian memilih untuk meneliti judul “Penerapan Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM terhadap Keterampilan *Problem solving* dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah pada Materi Pencemaran Air”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam dalam penelitian ini yaitu:

- a. Apakah ada pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *problem solving* siswa Sekolah Menengah Atas pada materi Pencemaran Air?
- b. Apakah ada pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan kolaborasi siswa Sekolah Menengah Atas pada materi Pencemaran Air?

1.3 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, lingkup penelitian dibatasi oleh beberapa batasan masalah sebagai berikut:

- a. Subjek penelitian yang digunakan adalah siswa kelas X SMA Negeri Pakusari, Jember.
- b. Pokok pembahasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pencemaran air.
- c. Indikator Keterampilan Problem Solving
- d. Indikator Keterampilan Kolaborasi Siswa

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang dapat di ambil dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *problem solving* siswa Sekolah Menengah Atas pada materi pencemaran air.
- b. Untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan kolaborasi siswa Sekolah Menengah Atas pada materi pencemaran air.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang didapatkan setelah dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Bagi guru Biologi dapat digunakan sebagai referensi mengajar menggunakan pendekatan model pembelajaran 6E berbasis STEM dalam pembelajaran Biologi yang dilakukan di sekolah.
- b. Dapat meningkatkan kualitas pendidikan dalam menciptakan pembelajaran yang menarik, inovatif dan memiliki potensi besar untuk memperkuat keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa.

BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Keterampilan *Problem solving*

Pendidikan di Indonesia menekankan pentingnya siswa mengasah keterampilan *problem solving* sebagai persiapan menghadapi tantangan di abad 21. Berbagai definisi tentang *problem solving* telah diungkapkan oleh para ahli. Menurut Rahman *et al.*, (2023) menyatakan bahwa keterampilan *problem solving* adalah sebuah keahlian penting yang siswa gunakan untuk mengatasi berbagai masalah selama kegiatan belajar mengajar. Keterampilan ini sangat esensial untuk membantu siswa memahami konsep-konsep pembelajaran dengan lebih mudah. Pendapat lain dikemukakan oleh Deboray dan Rudy, (2022) bahwa keterampilan anak dalam *problem solving* juga mempunyai hubungan erat dengan perkembangan kognitif anak. Permasalahan merupakan sesuatu yang ditemui setiap individu dalam kehidupan sehari-hari. Adanya kesenjangan antara kondisi yang diharapkan dengan kondisi yang terjadi menimbulkan adanya kebutuhan dalam diri individu untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Keterampilan *problem solving* akan lebih cakap dalam mengatasi tantangan dalam kehidupan mereka lebih lanjut, di era abad ke-21, tidak hanya keterampilan *problem solving* yang penting, tetapi juga keterampilan untuk berkolaborasi dengan sesama siswa menjadi sangat penting (Ariawan & Nufus, 2017).

Keterampilan *problem solving* merupakan salah satu fokus utama yang ingin dicapai dalam pendidikan yang mengutamakan pendekatan sains, baik dalam kurikulum 2013 maupun dalam kurikulum merdeka. Menurut Pinatih & Wiarta, (2022) keterampilan *problem solving* merupakan pendekatan yang dapat menjadi salah satu solusi dalam mengatasi permasalahan siswa yang menganggap pelajaran itu sulit dipahami, diingat, dan diimplementasikan fakta serta konsepnya. Dengan menerapkan pendekatan *problem solving* siswa diarahkan mampu menyelesaikan permasalahan. *Problem solving* membutuhkan keterampilan pemikiran kritis dalam menganalisis dan memahami akar permasalahan, serta mengaplikasikan pemikiran kreatif dalam menemukan solusi yang inovatif.

Salah satu strategi yang berpotensi untuk memperkaya keterampilan *problem solving* serta memfasilitasi perkembangan berpikir kreatif adalah melalui pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM. Dalam kerangka pembelajaran ini, siswa terlibat secara aktif dalam mengidentifikasi masalah dunia nyata, melakukan analisis sistem, menguraikan solusi masalah dengan merujuk pada konsep yang diperoleh, serta memperluas serta mengevaluasi pemahaman tersebut. Proses pembelajaran bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dalam penguasaan keterampilan penyelesaian masalah. Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya diberikan kesempatan untuk mendalami konsep-konsep mata pelajaran secara lebih mendalam, tetapi juga diberi kesempatan untuk memperluas pengetahuan dan pemahaman mereka. Dengan demikian, siswa tidak hanya diharapkan untuk menguasai konsep-konsep tersebut semata, melainkan juga mampu mengaplikasikannya dalam konteks permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari (Kaniawati & Suryadi, 2016).

Keterampilan ini akan membiasakan siswa dalam menghadapi berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Palennari *et al.*, 2021). Menurut Brookhart (2013), keterampilan pemecahan masalah pada siswa dapat diidentifikasi melalui beberapa tahapan indikator, yaitu:

Tabel 2. 1 Indikator Keterampilan *Problem solving*

Indikator Keterampilan <i>Problem solving</i>	<i>Sub Skill</i>
(1)	(2)
Memahami permasalahan	Keterampilan dalam membangun pemahaman yang akurat mengenai permasalahan yang dihadapi serta keterampilan untuk mengidentifikasi, mengenali informasi yang tersedia dan relevan dengan permasalahan tersebut.
Menyusun rencana penyelesaian	Keterampilan untuk menghubungkan pengetahuan yang sudah dimiliki dengan berbagai alternatif solusi yang akan dirancang, serta keterampilan untuk merencanakan pendekatan dan strategi yang tepat untuk memecahkan masalah tersebut.
Melakukan rencana penyelesaian	Keterampilan mengimplementasikan proses yang telah direncanakan untuk menyelesaikan masalah.

(1)	(2)
Menyusun ulang prosedur dan hasil	Keterampilan untuk memeriksa efisiensi dari pendekatan yang telah digunakan dalam penyelesaian masalah, serta keterampilan untuk merespons secara tepat terhadap hal-hal yang menyimpang dari perencanaan awal.

(Brookhart, 2013)

2.2 Keterampilan Kolaborasi Siswa

Keterampilan kolaborasi memiliki peranan yang sangat penting dalam proses pembelajaran di kelas karena dapat memperkaya pengetahuan serta pengalaman siswa dalam mencapai tujuan pendidikan. Kolaborasi merupakan hubungan kelompok siswa yang bekerja sama saling belajar yang cenderung menghasilkan lebih banyak pengetahuan, saling memberikan manfaat suatu timbal balik sehingga dapat meningkatkan pemahaman siswa (Ananyarta dan Sari, 2017). Penerapan keterampilan kolaborasi pada siswa dapat diwujudkan melalui metode pembelajaran yang mendorong siswa untuk membagi tugas secara adil, memotivasi setiap anggota kelompok untuk bertanggung jawab terhadap tugas masing-masing, serta menggunakan keterampilan sosial dengan efektif (Puspitasari, 2018). Pembelajaran kolaboratif telah menjadi salah satu bentuk metode pembelajaran yang paling banyak diterima dan diakui secara luas dalam pendidikan profesional selama beberapa dekade terakhir (Ying-Hsui & LaShaune, 2017).

Mengasah keterampilan kolaborasi, dibutuhkan waktu yang tidak sebentar untuk melakukannya. Banyaknya hambatan dapat berpotensi membatasi kerja tim untuk berhasil. Oleh karena itu, menurut De Fonte dan Barton Arwood (2017) diperlukan adanya prosedur yang sistematis dan terstruktur untuk memastikan penerapan kolaborasi dapat berjalan secara efektif dan efisien. Langkah awal yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan ini adalah dengan melaksanakan program persiapan guru yang komprehensif dan terencana dengan baik, sehingga guru dapat mempersiapkan diri untuk bekerja sama secara efektif dan meningkatkan keterampilan kolaborasi tim.

Indikator keterampilan kolaboratif mencakup keterampilan untuk bekerja secara produktif dengan memanfaatkan waktu secara efisien dalam menyelesaikan

tugas bersama, menghormati dan menghargai pendapat anggota kelompok lainnya, berkompromi secara fleksibel dengan anggota lain untuk menyelesaikan masalah, serta memastikan setiap anggota kelompok berkontribusi secara optimal dengan melaksanakan tugas yang diberikan dengan sebaik-baiknya (Teladaningsih *et al.*, 2019).

Instrumen yang tepat akan dapat mengidentifikasi keterampilan kolaborasi yang dimiliki peserta didik. Keterampilan kolaborasi dapat dinilai menggunakan rubrik penilaian (Dewi, 2015). Selain itu dapat dengan angket atau soal tes. *International Reading Association* (IRA) memiliki rubrik standar untuk menilai keterampilan kolaborasi yang dimiliki peserta didik. Rubrik standar tersebut terdiri dari beberapa aspek, diantaranya yaitu saling menghargai dan bekerja dengan orang lain, partisipasi dan kontribusi, manajemen waktu, dan tanggung jawab (Setiawan *et al.*, 2019). Indikator dari tercapainya setiap aspek dalam rubrik standar, dijelaskan dalam tabel di bawah ini sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Indikator Keterampilan Kolaborasi Siswa

No	Aspek	Indikator
1	Menghargai dan bekerja sama dengan orang lain	Siswa menghargai pendapat orang lain, siswa mampu membantu saat kerja kelompok
2	Kontribusi	Siswa memberi gagasan pada saat diskusi, siswa berpartisipasi dalam kelompok
3	Manajemen waktu	Siswa dapat menyelesaikan tugas tepat waktu sehingga tidak perlu perpanjangan waktu pengerjaan
4	Tanggung jawab	Siswa mengerjakan semua tugas yang diberikan

(modifikasi Hermawan *et al.*, 2017)

2.3 STEM

STEM merupakan akronim dari *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Istilah STEM diperkenalkan oleh *National Science Foundation* Amerika Serikat pada tahun 1990-an sebagai bagian dari upaya reformasi pendidikan untuk mengatasi keterbatasan dalam disiplin ilmu tersebut. Definisi

STEM mengacu pada masing-masing komponennya, dimulai dengan ilmu pengetahuan (*Science*), yang merupakan cabang pengetahuan yang memperdalam pemahaman tentang alam semesta, mencakup studi tentang fakta-fakta, fenomena, dan pola yang ada di dalamnya. Kemudian, teknologi (*Technology*) adalah proses inovasi, perubahan, dan modifikasi terhadap lingkungan alam dengan tujuan memberikan kepuasan terhadap kebutuhan dan keinginan manusia. Teknologi bertujuan untuk melakukan modifikasi terhadap dunia untuk memenuhi kebutuhan manusia. Selanjutnya, rekayasa (*Engineering*) merupakan sebuah profesi di mana pengetahuan dalam bidang sains dan matematika diperoleh melalui studi, eksperimen, dan praktek yang kemudian diaplikasikan untuk merancang solusi yang mempertimbangkan penggunaan bahan-bahan dan kekuatan alam guna memenuhi kebutuhan manusia. (*Mathematic*) sebagai cabang disiplin ilmu, mengkaji berbagai pola dan hubungan, atau relasi, di antara konsep-konsep yang ada. Sains dan matematika dianggap sangat penting dalam pendidikan STEM karena keduanya merupakan mata pelajaran inti yang menyediakan landasan esensial bagi peserta didik dalam menghadapi berbagai aspek kehidupan, terutama dalam konteks inovasi teknologi. Melalui pendidikan STEM, siswa dapat meningkatkan keterampilan kognitifnya yang esensial untuk abad ke-21. Ini mencakup keterampilan adaptasi, komunikasi yang kompleks, *problem solving* yang tidak rutin, manajemen diri, dan pola pikir sistematis (Maulidia *et al.*, 2019).

Pendekatan pembelajaran berbasis STEM telah menjadi salah satu strategi yang menjembatani kurikulum 2013 sebagai sarana untuk mengembangkan keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa di era abad ke-21. Konsep STEM, yang pertama kali digunakan di Amerika Serikat, kini telah meraih popularitas yang signifikan di Asia. STEM menggabungkan disiplin ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam satu kesatuan yang mengakui hubungan erat antara mereka. Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya diajarkan konsep-konsep masing-masing subjek secara terpisah, tetapi juga diajak untuk memahami bagaimana subjek-subjek tersebut saling terkait dan relevan dalam konteks dunia nyata. Dengan demikian, pendekatan STEM tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga memperkenalkan siswa pada keterampilan berpikir kritis,

kreatif, dan kolaboratif yang diperlukan untuk sukses di masa depan (Wahono & Chang, 2019).

Pendekatan STEM adalah sebuah usaha yang bertujuan untuk mengintegrasikan beberapa atau seluruh konsep dari empat disiplin ilmu utama, yakni sains, teknologi, teknik, dan matematika, ke dalam konteks yang holistik, seperti satu kelas, unit pembelajaran, atau pelajaran tertentu. Secara lebih spesifik, pendekatan STEM memberikan penekanan pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, *problem solving*, dan kerja tim, yang semuanya merupakan keterampilan yang sangat dihargai dalam berbagai profesi STEM (Kelley dan Knowles, 2016). Pendapat lainnya menurut Hindrasti *et al.* (2022) mendefinisikan STEM merupakan pembelajaran untuk menyiapkan siswa memperoleh keterampilan berpikir kritis, kreatif dan inovatif, mampu memecahkan masalah dan mengambil keputusan, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi sehingga mampu meningkatkan hasil belajar.

2.4 Model Pembelajaran 6E

Model pembelajaran 6E yang didefinisikan oleh ITEEA (*International Technology and Engineering Educator Association*), mencakup enam tahap utama yaitu *Engage, Explore, Explain, Engineer, Enrich, dan Evaluate* (Lin dan Chiang, 2019). Model pembelajaran ini merupakan modifikasi dari model pembelajaran sebelumnya, yaitu model 5E yang terdiri dari tahapan *Engage, Explore, Explain, Elaborate, dan Evaluate*. Prinsip dasar di balik pengembangan model pembelajaran 6E adalah menciptakan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa yang menggabungkan unsur desain (baik konteks maupun konsep) dengan pendekatan inkuiri. Dengan demikian, model ini bertujuan untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih mendalam dan terintegrasi bagi siswa, dengan fokus pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, keterampilan *problem solving*, dan pemahaman konsep secara menyeluruh (Chung *et al.*, 2018). Model pembelajaran 6E adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang didasarkan pada konstruktivisme, yang diyakini mampu menciptakan lingkungan belajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa (Wahono *et al.*, 2021). Model pembelajaran ini secara khusus

dirancang untuk mengakomodasi sistem pendidikan dengan mengintegrasikan unsur-unsur yang relevan. Para peneliti memperkenalkan istilah "*Engineer*" untuk menyoroti peran teknologi dan rekayasa dalam STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), serta menambahkan istilah "*Enrich*" sebagai variasi dari konsep "*Elaborate*" yang terdapat dalam model pembelajaran 5E. Dengan demikian, sinergi antara pendidikan yang terintegrasi secara interaktif dan model pembelajaran 6E akan saling berkolaborasi secara efektif guna mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan secara bersama-sama.

Tahapan dari model pembelajaran 6E mencakup penjabaran mengenai masing-masing komponen yang telah dijabarkan oleh Jongluecha dan Worapun (2022), yaitu :

1) Engage (Mengaitkan)

Pada awal tahapan pertama, pendidik melakukan verifikasi terhadap relevansi dan kegunaan konsep yang akan dipelajari, menggunakan berbagai materi bantu seperti handout dan sumber belajar lainnya, dengan tujuan untuk membangkitkan rasa ingin tahu, minat, dan kolaborasi siswa dalam pembelajaran. Selain itu, dalam tahap ini juga ditetapkan unit konsep yang akan dipelajari, ditetapkan tujuan pembelajaran yang spesifik, serta metode-metode atau sumber daya yang akan digunakan dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan landasan yang kokoh bagi siswa agar dapat memahami pentingnya konsep yang dipelajari dan merasa termotivasi untuk terlibat aktif dalam pembelajaran. Salah satu aspek penting dalam tahap ini adalah upaya untuk membangun keyakinan siswa terhadap keterampilan mereka sendiri dalam menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan, dengan memberikan contoh-contoh yang relevan dan memotivasi. Hal ini dilakukan sebagai langkah awal untuk menarik minat siswa dan membangun kepercayaan diri mereka dalam menghadapi tantangan pembelajaran yang diberikan.

2) Explore (Mengeksplorasi)

Tahap ini bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk secara aktif membangun pemahaman mereka terhadap materi pelajaran yang disampaikan dalam kelas. Mereka diberikan peluang untuk mengenal dan

menguasai penggunaan berbagai bahan ajar yang telah disediakan, serta didorong untuk mengaplikasikan pengetahuan awal yang mereka miliki sekaligus mengumpulkan pengalaman baru dalam proses pembelajaran. Kegiatan kerja kelompok menjadi salah satu fokus dalam tahap ini, di mana siswa diajak untuk berdiskusi tentang cara-cara efektif dalam menggunakan bahan ajar yang tersedia, berbagi ide, dan mendalami pemahaman terhadap konsep-konsep yang sedang dipelajari. Melalui kolaborasi ini, diharapkan peserta didik dapat mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pelajaran serta memperkuat keterampilan kerjasama dan komunikasi dalam lingkungan pembelajaran yang terstruktur.

3) Explain (Menjelaskan)

Pada tahap ini, terjadi pemaparan dan peningkatan pemahaman terhadap materi pelajaran, yang merupakan salah satu faktor kunci dalam proses pembelajaran. Siswa diberikan kesempatan untuk merefleksikan pemahaman mereka terhadap materi yang telah dipelajari sebelumnya. Pendidik bertugas menjelaskan konsep-konsep yang mungkin masih membingungkan atau salah dipahami oleh siswa, serta memberikan umpan balik yang konstruktif untuk membantu memperbaiki pemahaman mereka. Sementara itu, dalam suasana yang kolaboratif, siswa dibimbing melalui diskusi yang dipandu oleh pendidik untuk memperjelas konsep-konsep yang masih belum sepenuhnya dipahami. Pendekatan ini melibatkan serangkaian tanya jawab yang dirancang untuk mengidentifikasi area-area yang perlu lebih dipahami dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengajukan pertanyaan atau mengungkapkan kebingungan mereka. Dengan demikian, tahap ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa secara menyeluruh melalui interaksi yang berpusat pada pembicaraan dan klarifikasi konsep.

4) Engineer (Merancang/merekayasa)

Komponen ini dianggap sebagai elemen yang penting dalam model, karena memperluas kerangka model 5E sebelumnya dengan memberikan ilustrasi konkret tentang bagaimana konsep yang diajarkan dapat diterapkan dalam konteks kehidupan sehari-hari. Dalam tahap ini, sebuah prototipe solusi atau gagasan solusi praktis dikembangkan berdasarkan pemahaman yang diperoleh siswa dari materi

yang diajarkan di kelas. Selain itu, untuk mengatasi tantangan atau situasi yang diberikan, siswa dihadapkan pada tugas untuk mengintegrasikan berbagai pengetahuan dan keterampilan yang telah mereka pelajari sebelumnya. Tahap ini secara efektif memberikan siswa pengalaman praktis dalam menerapkan konsep-konsep yang dipelajari dalam konteks yang relevan dan memberikan kesempatan bagi mereka untuk memperkuat pemahaman mereka melalui pengalaman nyata.

5) Enrich (Merperkaya)

Siswa diberi tanggung jawab untuk menyelesaikan tugas yang melibatkan berbagai aspek atau dimensi dari suatu permasalahan, yang dirancang untuk menguji keterampilan mereka dalam menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh selama proses pembelajaran di kelas. Tugas tersebut disusun sedemikian rupa sehingga siswa dihadapkan pada situasi yang lebih kompleks daripada yang mereka hadapi sebelumnya, yang membutuhkan pemikiran kritis, analitis, dan kreatif dalam mencari solusi yang tepat. Melalui tugas ini, siswa memiliki kesempatan untuk menguji dan mengasah pemahaman mereka tentang konsep-konsep yang telah dipelajari, serta mengembangkan keterampilan mereka dalam menghadapi tantangan yang nyata dan kompleks.

6) Evaluate (Mengevaluasi)

Guru bertanggung jawab untuk memverifikasi pemahaman siswa terhadap konsep yang diajarkan dan melakukan evaluasi terhadap hasil pembelajaran mereka. Proses evaluasi dilakukan dengan merancang materi evaluasi yang mempertimbangkan capaian belajar dari materi pelajaran yang telah disampaikan. Dalam upaya ini, penting bagi guru untuk menggunakan beragam instrumen penilaian yang relevan dan bervariasi untuk mengevaluasi kebutuhan belajar serta keterampilan siswa mereka. Dengan memperhatikan kebutuhan dan kekurangan individu dalam proses pembelajaran, guru dapat menyusun strategi evaluasi yang sesuai, sehingga dapat memberikan umpan balik yang konstruktif kepada siswa dan mendukung perkembangan mereka dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Model pembelajaran 6E disusun dengan tujuan untuk mengoptimalkan penerapan konsep desain dan penyelidikan dalam suatu pendekatan yang holistik, yang menyediakan kerangka kerja yang berorientasi pada siswa dalam proses

pengajaran dengan menggabungkan konten secara sistematis dan terarah. Pendekatan ini menempatkan siswa sebagai subjek utama dalam proses pembelajaran, sementara juga memastikan bahwa materi pelajaran diintegrasikan dengan cara yang terarah dan bermakna (Hashim *et al.*, 2017). Dalam pendekatan pembelajaran 6E, siswa diarahkan untuk secara progresif membangun kerangka pengetahuan mereka sendiri melalui berbagai kegiatan, seperti diskusi kelompok, pengumpulan informasi, dan praktik langsung (Hsiao *et al.*, 2022). Pendapat lain dikemukakan oleh Wahono *et al.*, (2021) Integrasi STEM dengan model 6E meningkatkan keseluruhan komprehensivitas dan ketepatan arah pembelajaran, juga lebih menekankan peran T (*Technology*) dan E (*Engineer*) dalam pendidikan STEM.

2.5 Karakteristik Materi Pencemaran Air

Perubahan lingkungan merupakan salah satu tema yang paling sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, sebab keberadaan dan aktivitas manusia selalu berkaitan erat dengan kondisi lingkungan di sekitarnya. Materi yang membahas perubahan lingkungan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik mengenai lingkungan sekitarnya, faktor-faktor yang dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan, serta memberikan arahan kepada peserta didik untuk mampu menyelesaikan masalah-masalah lingkungan yang ada (Aslam *et al.*, 2021). Lebih jauh lagi, materi ini juga mengulas secara rinci tentang berbagai upaya yang dilakukan oleh manusia dalam menangani dan mengelola masalah pencemaran air. Ini mencakup tindakan-tindakan preventif untuk mencegah pencemaran serta upaya-upaya remedial yang bertujuan untuk melindungi dan memperbaiki kualitas lingkungan (Nariswari *et al.*, 2022). Pencemaran air merupakan isu yang sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari, contohnya adalah sungai yang berada di sekitar lingkungan tempat tinggal siswa. Pengalaman belajar siswa pun erat kaitannya dengan lingkungan sekitarnya (Galuh, 2020). Akibatnya, ketika siswa dihadapkan pada tes yang mengharuskan mereka untuk menerapkan pengetahuan dari kedua disiplin ilmu ini secara bersamaan, yaitu

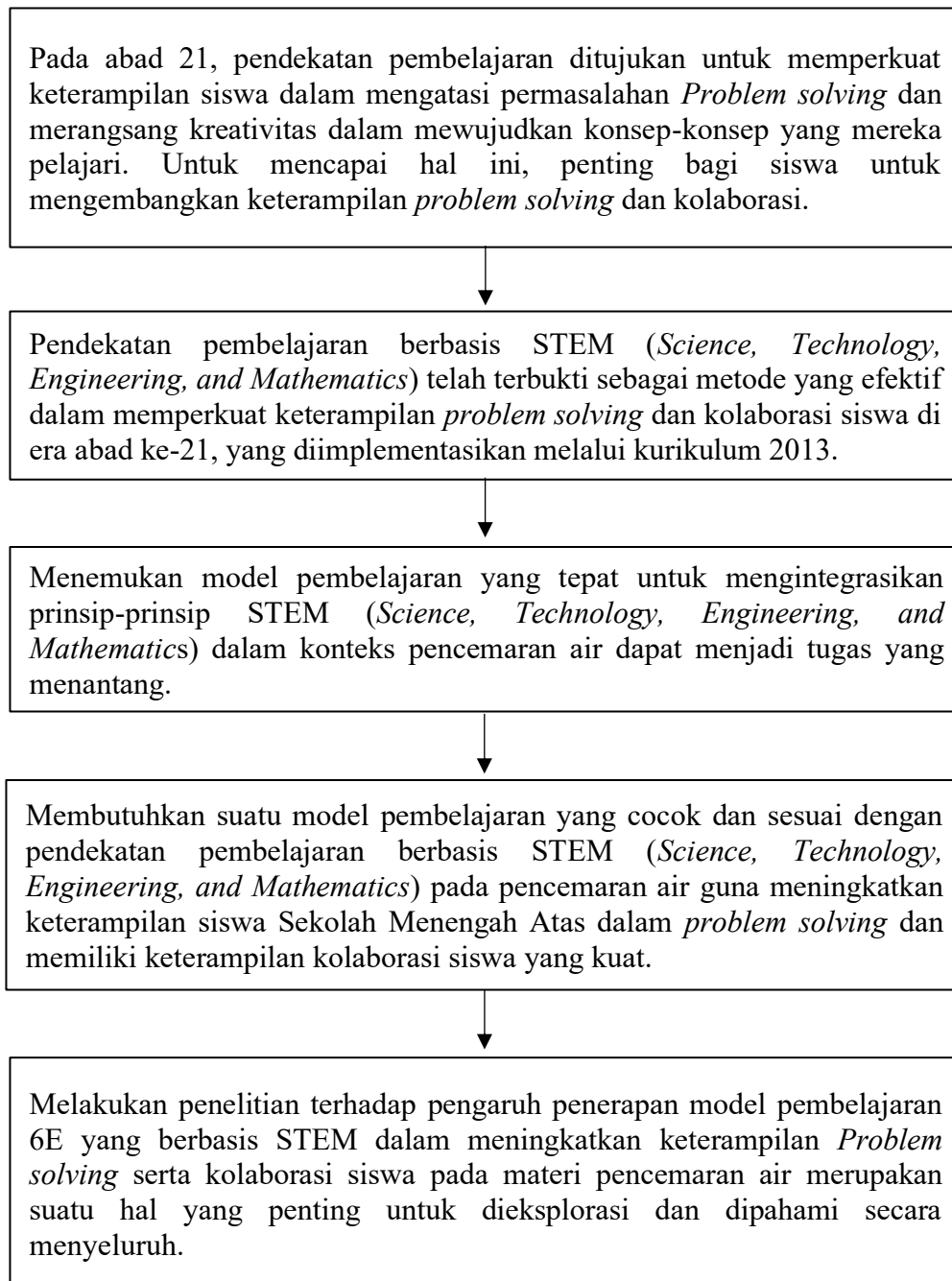
pemahaman lingkungan dan keterampilan mengelola masalah lingkungan, mereka sering mengalami kesulitan (Widyastutik *et al.*, 2014).

2.6 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Ada pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *Problem solving*.
- b. Ada pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan kolaborasi siswa.

2.7 Kerangka Berpikir



Gambar 2. 1 Kerangka Berfikir

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen semu (*Quasi Experimental*) dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa. Penelitian ini menggunakan 2 kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen diberi perlakuan menggunakan model pembelajaran 6E berbasis STEM sedangkan kelas kontrol diberi perlakuan dengan menggunakan model pembelajaran langsung.

3.2 Waktu Penelitian

Tempat yang dipilih adalah SMA Negeri Pakusari Jember, Jalan PB. Sudirman No.120, Sumber Suko, Pakusari, Kec. Pakusari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68181. Waktu penelitian dilaksanakan pada semester genap bulan April Tahun Pelajaran 2024/2025.

3.3 Subjek Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi merujuk pada suatu wilayah generalisasi yang terdiri dari sejumlah objek atau subjek yang memiliki kualitas dan karakteristik tertentu yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dijadikan fokus penelitian, dengan tujuan untuk kemudian menarik kesimpulan yang relevan dan signifikan dalam proses penelitiannya. Dalam konteks penelitian ini, populasi sampel yang digunakan menggunakan metode *Porpositive Sampling*. Populasi pada penelitian ini yaitu siswa SMA Negeri Pakusari Jember Tahun Pelajaran 2024/2025.

3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian merupakan segmen atau bagian yang diambil dari keseluruhan jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh suatu populasi tertentu. Sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan metode *Random Sampling* untuk menentukan kelas kontrol dan kelas eksperimen. Melalui metode

Random Sampling, yaitu yang terdiri dari delapan kelas, dari delapan kelas tersebut di uji normalitas dan homogeneitas terlebih dahulu, kemudian apabila hasil dari nilai ulangan terakhir delapan kelas tersebut normal dan homogen barulah menyiapkan kertas sebanyak delapan kelas, kemudian diacak dan baru bisa mengambil dua kelas untuk dijadikan kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada pengambilan sampel yang dilakukan yakni pertama menguji kenormalan delapan kelas tersebut, ternyata hasil yang didapatkan tidak normal. Kemudian menghitung rerata nilai ujian terakhir siswa per kelas dan mencari nilai yang saling berdekatan dimana menemukan 2 kelas yang nilai rerata nya sama dengan nilai rerata sebesar 74. Satu kelas yakni kelas X1 akan ditetapkan sebagai kelompok kontrol yang menerapkan model pembelajaran konvensional, sedangkan kelas X8 menjadi kelompok eksperimen yang akan menerapkan model pembelajaran berbasis STEM dengan pendekatan 6E (Lampiran 9, 120).

3.4 Desain dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan eksperimen semu (*quasi experimental*). Desain yang digunakan adalah *Nonequivalent Control Group Design* dengan menerapkan model pembelajaran 6E berbasis STEM pada kelas eksperimen, sementara kelas kontrol menerima pembelajaran langsung.

Tabel 3. 1 Desain penelitian

Kelompok	Pre-test	Perlakuan	Post-test	Angket
E	O ₁	X _E	O ₃	O ₅
K	O ₂	X _K	O ₄	O ₆

Keterangan :

E : Kelas eksperimen

K : Kelas kontrol

O₁ : Hasil pre-test kelas eksperimen sebelum diberi perlakuan

O₂ : Hasil pre-test kelas kontrol sebelum diberi perlakuan

X_E : Model pembelajaran 6E berbasis STEM

X_K : Pembelajaran Kelas Kontrol

O₃ : Hasil post-test kelas eksperimen setelah diberi perlakuan

O₄ : Hasil post-test kelas kontrol setelah diberi perlakuan

O₅ : Hasil pengisian angket kelas eksperimen setelah diberi perlakuan

O₆ : Hasil pengisian angket kelas kontrol setelah diberi perlakuan

3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah objek yang menjadi fokus perhatian dalam suatu penelitian. Penjelasan mengenai hal tersebut sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Variabel dan Parameter Penelitian

Variabel Penelitian		Parameter Penelitian	Sumber Data
Bebas	Model pembelajaran berbasis STEM 6E	<i>Engage, Explore, Explanation, Engineer, Enrich, Evaluate</i>	Keterlaksanaan penggunaan model pembelajaran 6E
Terikat	<i>Problem solving</i>	Memahami masalah, Menyusun rencana penyelesaian, Melakukan rencana penyelesaian, Menyusun ulang prosedur dan hasil penyelesaian.	Keterampilan <i>Problem solving</i> diukur dengan tes <i>Pre-test dan Post-test</i>
	Kolaborasi Siswa	Saling menghargai dan bekerja dengan orang lain, kontribusi, manajemen waktu, tanggung jawab.	Keterampilan kolaborasi siswa diukur dengan Rubrik keterampilan kolaboratif
Kontrol	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru ➤ Sumber bahan ajar 		

3.6 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional yang diterapkan dalam lingkup penelitian ini bertujuan untuk meratakan pemahaman guna mengurangi resiko kesalahan dalam proses penafsiran. Definisi operasional terkait dengan variabel yang sedang diselidiki dijelaskan sebagai berikut:

a. Model pembelajaran 6E berbasis STEM merupakan pengembangan model pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pusat kegiatan pembelajaran, yang mengintegrasikan desain pembelajaran yang mencakup konteks dan konsep dengan pendekatan inkuiri. Dalam penelitian ini terdapat enam fase yang memandu proses

pembelajaran dalam Model Pembelajaran 6E berbasis STEM, yaitu: *Engage* (mengaitkan), *Explore* (mengeksplorasi), *Explain* (menjelaskan), *Engineer* (merekayasa), *Enrich* (memperkaya), dan *Evaluate* (menevaluasi). Setiap fase memiliki peranannya sendiri dalam mengarahkan siswa menuju pemahaman yang mendalam dan penerapan konsep yang dipelajari dalam konteks yang relevan. Berbasis STEM merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menyelaraskan disiplin ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika secara terpadu. Dalam pendekatan ini, pembelajaran didesain untuk memperkuat keterkaitan antara berbagai mata pelajaran dan menghubungkannya dengan situasi dunia nyata, yang memungkinkan siswa untuk menghadapi tantangan dan masalah secara autentik. Dengan demikian, pendekatan STEM tidak hanya bertujuan untuk mengajarkan konsep dan teori dari masing-masing subjek secara terpisah, mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan dari berbagai bidang keilmuan.

b. *Problem solving* dalam penelitian ini mengacu pada proses kognitif dan strategis peserta didik dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan menyelesaikan masalah secara efektif, termasuk keterampilan mereka dalam merumuskan strategi, implementasi, dan evaluasi solusi. Ini memungkinkan peneliti untuk objektif mengukur keterampilan *Problem solving* peserta didik, serta mendukung pengembangan intervensi untuk meningkatkannya.

c. Kolaborasi siswa interaksi aktif antara peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu. Ini melibatkan pembagian tugas, berbagi pengetahuan, dan saling mendukung dalam menyelesaikan tugas atau proyek, dengan fokus pada keterampilan berkomunikasi, kerja tim, pemecahan masalah bersama, dan penghargaan terhadap kontribusi individu.

3.7 Langkah-Langkah Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM

Serangkaian langkah dalam model pembelajaran 6E berbasis STEM yang akan diimplementasikan dalam proses pembelajaran, yang terdiri dari *Engage* (melibatkan), *Explore* (mengeksplorasi), *Explain* (menjelaskan), *Engineer* (merekayasa), *Enrich* (memperkaya), dan *Evaluate* (mengevaluasi). Tahapan ini dirancang untuk merangsang minat siswa, memungkinkan eksplorasi konsep,

memberikan penjelasan mendalam, menginspirasi desain solusi, memperdalam pemahaman, dan mengevaluasi kemajuan pembelajaran. Penjelasan sebagai berikut:

1) *Engage* (melibatkan)

Guru memusatkan perhatian siswa, Guru menginspirasi semangat, antusias dan keingintahuan siswa dan guru memberikan aktivitas yang berkaitan dengan fenomena di kehidupan nyata terkait pencemaran air serta melibatkan siswa dalam menentukan unit konsep, makna dasar dan tujuan.

2) *Explore* (mengeksplorasi)

Guru memberi siswa kesempatan untuk berpikir dan menghubungkan permasalahan yang terkait dengan materi pencemaran air.

3) *Explain* (menjelaskan)

Guru meminta siswa untuk membaca bahan ajar yang diberikan terkait materi pencemaran air, Guru memperbolehkan siswa merefleksikan apa yang telah mereka pelajari kemudian mengaitkan dengan fenomena yang sedang dibahas, Guru memberi tahu kesalah pahaman konsep dan memberikan umpan balik dan Guru mengajak siswa menjelaskan pendapat serta alasan mengenai fenomena yang dibahas.

4) *Engineer* (merekayasa)

Guru mengelompokkan siswa, guru memberikan forum diskusi di kelas mengenai desain alat penjernih air yang dilakukan, guru memberikan siswa pengalaman konkrit terkait kegiatan eksperimen dengan model pembelajaran 6E berbasis STEM, siswa diminta membuat rancangan desain alat penjernih air sederhana dengan kreatifitas siswa dan guru membimbing kegiatan eksperimen.

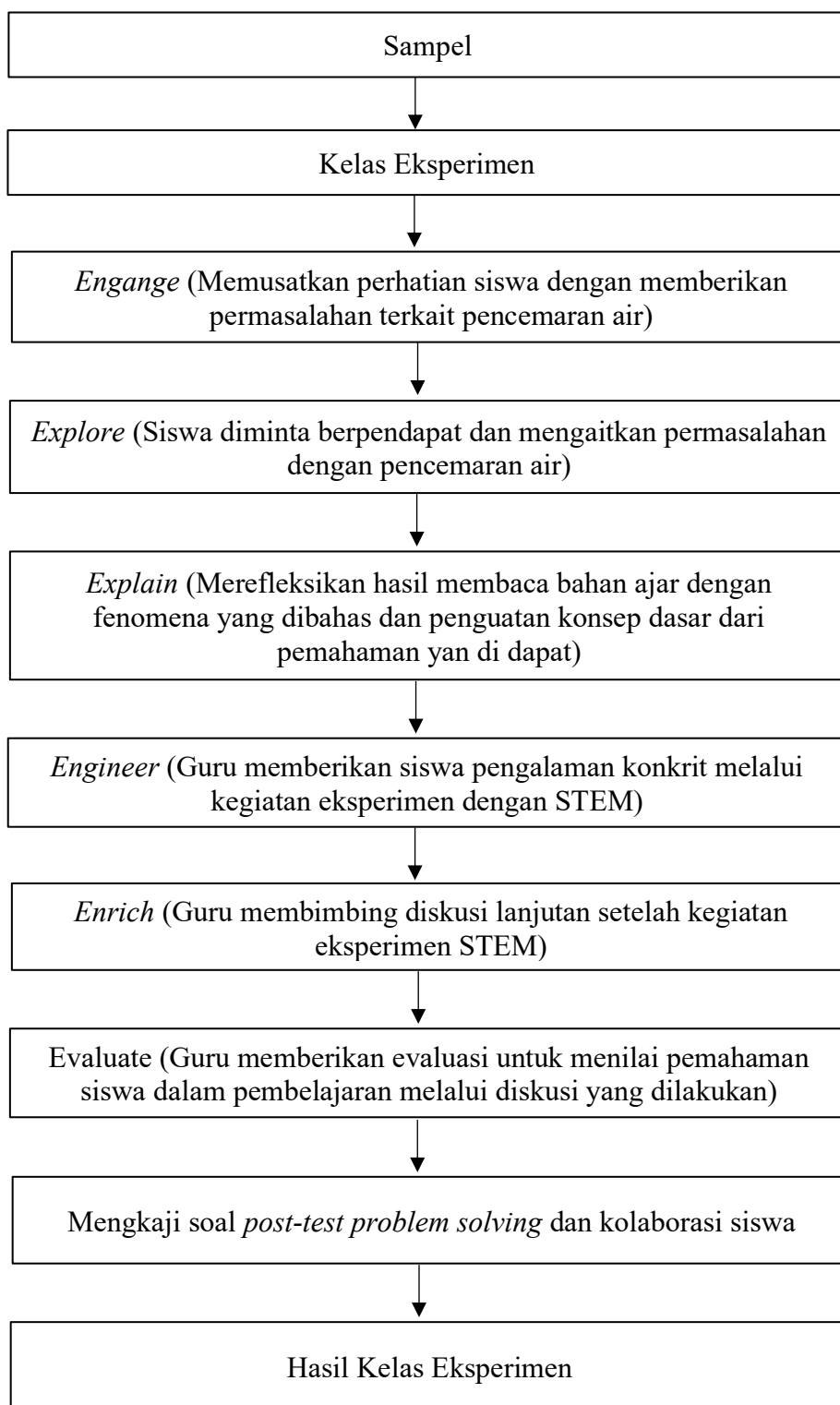
5) *Enrich* (memperkaya)

Guru memberikan pernyataan terkait eksperimen menggunakan model pembelajaran 6E berbasis STEM serta materi lanjutan dan guru membimbing diskusi lanjutan

6) *Evaluate* (mengevaluasi)

Guru memberikan evaluasi untuk menilai pemahaman siswa dalam konsep pembelajaran melalui diskusi yang dilakukan dan guru memberikan tes.

3.8 Prosedur Penelitian



Gambar 3. 1 Prosedur Penelitian

3.9 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri dari beberapa aspek yaitu:

a) Tes

Tes dalam penelitian ini akan digunakan sebagai alat untuk memperoleh data mengenai keterampilan akhir. Jenis tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pre-test* dan *post-test*. Oleh karena itu, peneliti telah menyiapkan soal-soal *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur keterampilan *problem solving*. Soal-soal *pre-test* dan *post-test* ini terdiri dari soal uraian yang dirancang untuk mengevaluasi hasil keterampilan yang telah dikembangkan melalui bahan ajar LKPD dengan model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap *problem solving*. Kategori nilai keterampilan *Problem solving* dapat dilihat pada tabel berikut:

$$\text{Nilai presentase} = \frac{\text{Nilai perolehan}}{\text{Nilai maksimum}} \times 100$$

Tabel 3. 3 Kriteria *Problem Solving*

Nilai	Kategori
85-100	Sangat tinggi
70-84	Tinggi
55-69	Sedang
40-54	Rendah
<39	Sangat rendah

b) Angket

Dalam konteks penelitian, terdapat instrumen penilaian yang dikenal sebagai angket, yaitu serangkaian pertanyaan yang dirancang khusus untuk diajukan kepada para responden. Tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi sejauh mana perkembangan kolaborasi siswa dalam suatu kelompok. Penggunaan angket ini esensial untuk memperoleh informasi terperinci mengenai pertanyaan-pertanyaan yang telah disusun sebelumnya. Lebih dari itu, angket merupakan bagian dari teknik wawancara tertulis yang digunakan untuk mengungkap sikap,

keyakinan, serta karakteristik individu dalam suatu kelompok tertentu. Pada penelitian ini, angket digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data dari para siswa. Penilaian secara langsung selama proses pembelajaran yang mengacu pada rubrik keterampilan kolaboratif menggunakan empat indikator yaitu menghargai dan bekerja sama dengan orang lain, kontribusi, manajemen waktu dan tanggung jawab dengan skor nilai 1-4 pada masing-masing indikatornya. Prosentase penilaian keterampilan kolaboratif siswa berdasarkan rumus berikut:

$$Nk = \left(\frac{R}{SM} \times 100 \% \right)$$

Keterangan:

Nk : Presentase tingkat keterampilan kolaboratif

R : Skor total dari semua poin yang diperoleh

SM : Skor maksimum dari total poin

Data keterampilan kolaboratif dianalisis menggunakan uji Ancova apabila data terdistribusi normal, jika tidak dapat dianalisis menggunakan uji mann whitney. Acuan pengukuran untuk menilai keterampilan kolaborasi siswa dihitung dengan cara berikut:

Tabel 3. 4 Kriteria Keterampilan Kolaboratif

Presentase (%)	Kriteria
81-100	Sangat baik
61-80	Baik
41-60	Cukup baik
21-40	Kurang baik

(Ilmiyatni *et al.*, 2019)

3.10 Analisis Data

Analisis data adalah proses seleksi, penerjemahan, pemfokusan, dan pengorganisasian data secara sistematis dan rasional agar sesuai dengan tujuan penelitian. Data yang diperoleh harus dirancang dan diolah sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan kesimpulan yang valid. Adapun data yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.10.1 Keterampilan *Problem solving*

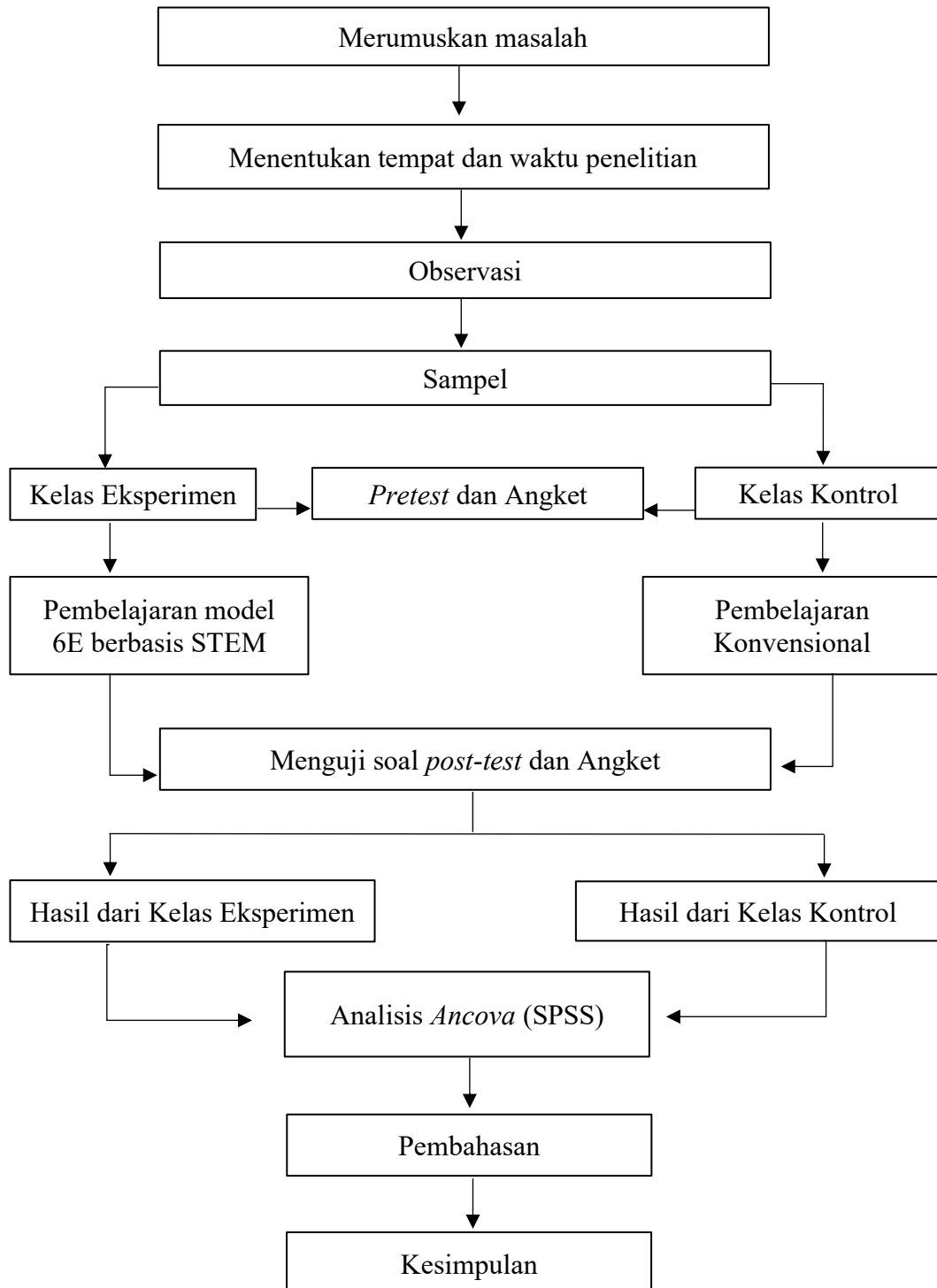
Keterampilan *problem solving* siswa kelas eksperimen dan kontrol diukur dengan menggunakan instrumen penilaian *problem solving*. Data nilai *pretest* dan

posttest baik pada kelas kontrol dan eksperimen diperoleh melalui poin-poin jawaban berdasarkan rubrik penilaian yang terlampir. Data dianalisis uji *Ancova* menggunakan program SPSS (*Statistical and Product Service Solution*) untuk mengetahui adakah pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap *problem solving*. Terdapat beberapa uji prasyarat yang harus dipenuhi, yaitu uji homogenitas serta uji normalitas data.

3.10.2 Keterampilan Kolaborasi Siswa

Keterampilan kolaborasi siswa kelas eksperiman dan kontrol diukur dengan menggunakan instrumen penilaian kolaborasi siswa. Data angket pada kelas kontrol dan eksperimen diperoleh melalui poin-poin jawaban berdasarkan rubrik penilaian yang terlampir. Data dianalisis menggunakan analisis *Ancova* serta menggunakan software SPSS (*Statistical and Product Service Solution*) untuk mengetahui adakah pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan kolaborasi siswa.

3.11 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Alur Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan di SMAN Pakusari Jember, Jawa Timur pada siswa kelas X semester genap tahun ajaran 2024/2025. Waktu penelitian tepatnya pada tanggal 24 April 2025 sampai dengan 30 April 2025. Kegiatan pembelajaran dilakukan dengan durasi 3 JP untuk bab materi Pencemaran air. Sampel ditentukan melalui metode Random Sampling yang sebelumnya dicari rerata dari delapan kelas kemudian didapatkan nilai rerata dua kelas yang selanjutnya harus diuji normalitas dan uji homogenitas melalui SPSS 24. Kelas eksperimen menerapkan pembelajaran 6E berbasis STEM dan kelas kontrol menerapkan pembelajaran konvensional. Berikut disajikan hasil keterlaksanaan pembelajaran yang telah dilaksanakan.

4.1.1 Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran

Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran dilakukan pada setiap proses kegiatan pembelajaran. Observasi terhadap keterlaksanaan pembelajaran merupakan salah satu upaya untuk menilai kesesuaian antara kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru model di dalam kelas dengan modul ajar yang telah disusun sebelumnya. Kegiatan ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa setiap tahapan atau sintaks pembelajaran diterapkan secara konsisten dan sesuai dengan prinsip pembelajaran yang dirancang. Instrumen observasi disusun dalam bentuk tabel yang memungkinkan pengamat memberikan penilaian melalui sistem *checklist*. Lembar observasi ini digunakan untuk menilai keterlaksanaan setiap sintaks pembelajaran secara sistematis. Observasi dilakukan oleh enam orang observer, yang terdiri atas dua guru mata pelajaran Biologi kelas X di SMA Negeri Pakusari dan empat orang mahasiswa. Para observer menilai proses pembelajaran berdasarkan indikator yang telah ditentukan, sehingga hasil observasi dapat memberikan gambaran objektif mengenai pelaksanaan pembelajaran serta menjadi dasar evaluasi untuk perbaikan di masa mendatang.

Lembar observasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran pada kelas eksperimen mencakup 8 tahapan. Berdasarkan hasil observasi dari empat observer (terlampir), seluruh sintaks teraksana (*checklist*) dimana terdapat pada (lampiran 14, 137). Hal ini menunjukkan bahwa setiap tahapan dalam sintaks pembelajaran 6E berbasis STEM telah berjalan secara optimal dan sesuai dengan modul pembelajaran. Sementara itu, pada kelas kontrol yang terdiri dari 6 tahapan, hasil pbservasi juga menunjukkan seluruh sintaks terlaksana (*checklist*). Ini mengindikasikan bahwa pelaksanaan sintaks sudah optimal.

4.1.2 Keterampilan *Problem solving*

Terdapat uji normalitas yang dilakukan terhadap data *problem solving*, uji normalitas bertujuan melihat apakah data yang dihasilkan terdistribusi normal. Uji normalitas yang digunakan yakni *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* pada software SPSS 24. Hasil *Kolmogorov Smirnov* menunjukkan nilai Sig. lebih besar dari 0,05 yaitu pada *pretest* kelas eksperimen sebesar 0,145, kelas kontrol sebesar 0,200 dan *posttest* kelas eksperimen sebesar 0,200, kelas kontrol sebesar 0,168 yang artinya data terdistribusi dengan normal (Lampiran 12, 128). Data *problem solving* selanjutnya diuji dengan *Leven's Test* dan dipatkan nilai signifikansi *pretest* dan *posttest* sebesar 0,659 (Lampiran 12, 128). Signifikansi demikian menunjukkan bila data yang diperoleh bersifat homogen karena bernilai $>0,05$.

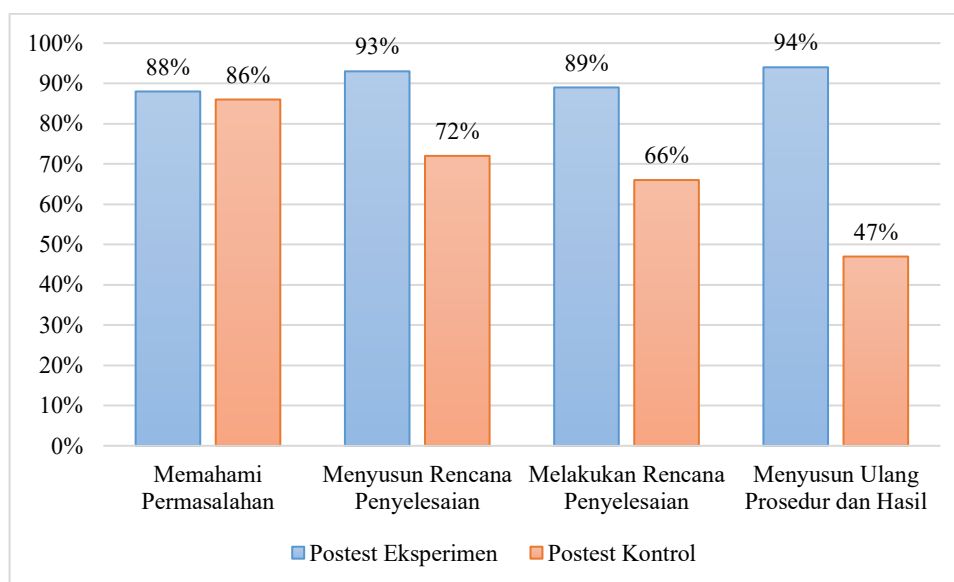
Hasil uji *Ancova* yang telah dilakukan terhadap hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Menunjukkan hasil signifikansi sebesar ($p=0,000$) yang berarti lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian data tersebut menandakan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Adanya penolakan H_0 dan penerimaan H_1 menandakan adanya pengaruh signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen, berupa model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *problem solving* siswa (Tabel 4.1).

Tabel 4. 1 Hasil Uji *Ancova* pengaruh 6E berbasis STEM terhadap Keterampilan *Problem solving*

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: <i>Posttest Problem solving</i>					
Sumber	Jumlah kuadrat tipe III	db	Rerata Kuadrat	F	Sig.
Model terkoreksi	32491,63 ^a	2	16245,531	32,492	0,000
Intercept	23306,131	1	23306,131	46,613	0,000
Pretest	1998,150	1	1998,150	3,996	0,049
Kelas	16488,741	1	16488,741	32,978	0,000
Galat	34999,266	70	499,990		
Total	281115,000	73			
Total tekoreksi	67490,329	72			

a. R Squared = .481 (Adjusted R Squared = .467)

Data penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran 6E berbasis STEM secara signifikan meningkatkan keterampilan *problem solving* siswa. Data dari *posttest* (4 soal berdasarkan indikator *problem solving*) menunjukkan bahwa kelas eksperimen mengalami peningkatan yang konsisten dan signifikan, terutama pada indikator perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi ulang, dibandingkan dengan kelas kontrol. Ini mendukung hipotesis bahwa model 6E berbasis STEM efektif dalam memandu siswa memahami proses berpikir sistematis. (Gambar 4.1).



Gambar 4. 1 Histogram persentase keterampilan *Problem solving*

Berdasarkan hasil analisis data yang disajikan pada gambar 4.1, dapat dilihat perbandingan persentase keterampilan *problem solving* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada setiap indikator. Pada indikator "Memahami Permasalahan", kelas eksperimen menunjukkan persentase sebesar 88%, sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yang mencapai 86%. Indikator "Menyusun Rencana Penyelesaian" menunjukkan perbedaan yang cukup mencolok antara kedua kelas. Kelas eksperimen berhasil mencapai persentase sebesar 93%, sementara kelas kontrol hanya mencapai 72%. Perbedaan sebesar 21% ini mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen meningkatkan kemampuan siswa dalam merencanakan langkah-langkah penyelesaian masalah. Pada indikator "Melakukan Rencana Penyelesaian", kelas eksperimen menunjukkan performa lebih unggul dengan persentase 89%, sedangkan kelas kontrol mencapai 66%. Selisih sebesar 23% ini merupakan bukti kuat bahwa perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen berhasil membekali siswa dengan kemampuan untuk mengimplementasikan rencana yang telah disusun secara efektif. Indikator terakhir, "Menyusun Ulang Prosedur dan Hasil", menunjukkan perbedaan yang paling substansial. Kelas eksperimen mencapai 94%, kelas kontrol hanya 47%. Perbedaan sebesar 47% ini merupakan hasil yang sangat signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan dalam kelompok eksperimen sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan siswa untuk merefleksikan, mengevaluasi, dan jika diperlukan, merevisi prosedur atau hasil yang telah dicapai.

4.1.2 Keterampilan Kolaborasi Siswa

Terdapat uji normalitas yang dilakukan terhadap data kolaborasi siswa, di mana uji normalitas bertujuan apakah data yang dihasilkan terdistribusi normal. Uji normalitas yang digunakan yakni *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* pada software SPSS 24. Hasil *Kolmogorov Smirnov* menunjukkan nilai Sig. lebih besar dari 0,05 yaitu pada angket sebelum pembelajaran kelas eksperimen sebesar 0,136, kelas kontrol sebesar 0,200 dan angket sesudah pembelajaran kelas eksperimen sebesar 0,200, kelas kontrol sebesar 0,200 yang artinya data terdistribusi dengan normal. Data kolaborasi siswa selanjutnya diuji dengan menerapkan *Leven's Test* dan nilai

signifikansi *pretest* dan *posttest* sebesar 0,177 (Lampiran 12, 129). Signifikansi demikian menunjukkan data yang diperoleh bersifat homogen karena bernilai $>0,05$.

Hasil uji *ancova* menunjukkan signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima. Ini membuktikan adanya pengaruh signifikan model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan kolaborasi siswa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen (Tabel 4.2).

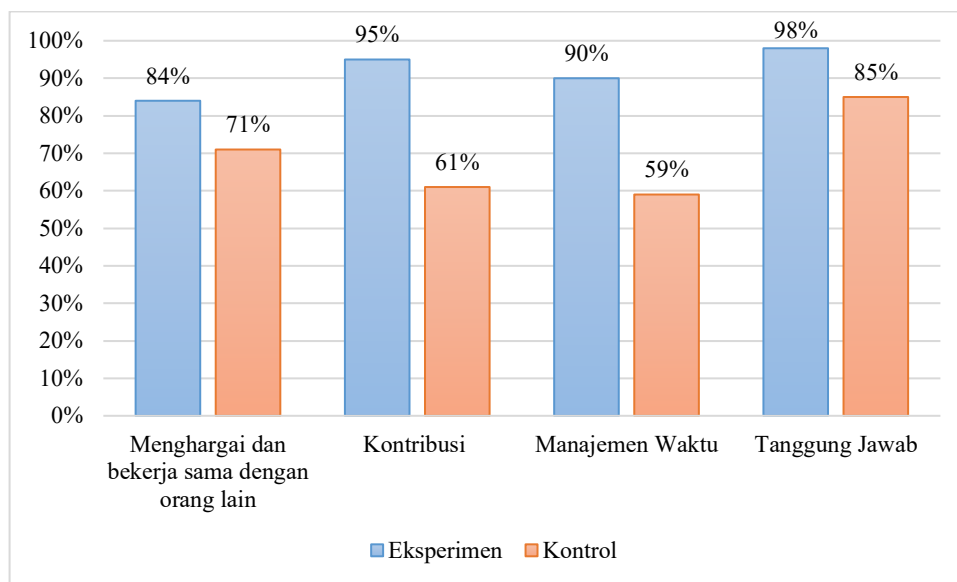
Tabel 4. 2 Hasil Uji *Ancova* pengaruh pembelajaran 6E terhadap Keterampilan Kolaborasi Siswa

Sumber	Jumlah kuadrat tipe III	db	Rerata kuadrat	F	Sig.
Model terkoreksi	539,509 ^a	2	269,755	7,873	0,001
Intercept	1013,400	1	1013,400	29,576	0,000
Angket Sebelum Pembelajaran	149,061	1	149,061	4,350	0,041
Kelas	514,445	1	514,445	15,014	0,000
Galat	2398,463	70	34,264		
Total	116481,000	73			
Total terkoreksi	2937,973	72			

a. R Squared = .184 (Adjusted R Squared = .160)

Data hasil keterampilan kolaborasi siswa didapatkan dari angket yang dilaksanakan sebelum dan setelah penerapan model pembelajaran 6E berbasis STEM untuk materi Pencemaran Air. Angket terdiri dari 12 soal yang mencakup 4 poin penting berdasarkan indikator kolaborasi.

Secara keseluruhan, kelas eksperimen memiliki persentase yang lebih tinggi pada keempat indikator keterampilan kolaborasi siswa dibandingkan dengan kelas kontrol. Meskipun terdapat perbedaan persentase pada beberapa indikator tidak terlalu besar, konsistensi ini mengindikasikan bahwa perlakuan yang diterapkan pada kelas eksperimen yakni model pembelajaran 6E berbasis STEM memiliki dampak positif yang signifikan dalam meningkatkan keterampilan kolaborasi siswa (Gambar 4.2).



Gambar 4. 2 Histogram persentase keterampilan kolaborasi siswa

Berdasarkan hasil analisis data yang disajikan pada Gambar 4.2, dapat dilihat perbandingan persentase keterampilan kolaborasi siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada setiap indikator. Indikator pertama yakni "Menghargai dan Bekerja Sama dengan Orang Lain" kelas eksperimen menunjukkan persentase sebesar 84%, sedangkan kelas kontrol sebesar 71%. Indikator kedua "Kontribusi" kelas eksperimen mencapai persentase yang sangat tinggi sebesar 95% sementara kelas kontrol sebesar 61%. Indikator ke tiga "Manajemen Waktu" kelas eksperimen menunjukkan persentase sebesar 90% dan kelas kontrol sebesar 59%. Indikator terakhir yakni "Tanggung Jawab" yang menunjukkan hasil yang paling tinggi di antara indikator lainnya untuk kedua kelas. Kelas eksperimen sebesar 96% dan kelas kontrol sebesar 85%.

4.2 Pembahasan

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengkaji bagaimana pengaruh pembelajaran biologi khususnya materi pencemaran air di SMAN Pakusari Jember yang menggunakan pembelajaran berbasis STEM yang dipadukan dengan model pembelajaran 6E yang dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional terhadap keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa. Sebelum dilaksanakannya kegiatan pembelajaran, siswa terlebih dahulu diberikan *pretest*

dan angket untuk mengukur kemampuan awal. Adapun *posttest* yang diberikan kepada siswa setelah kegiatan pembelajaran pada materi pencemaran air selesai dilaksanakan.

4.2.1 Keterampilan *Problem solving*

Data hasil keterampilan *problem solving* siswa menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dari perlakuan yang diberikan. Perlakuan yang diberikan yakni adanya penerapan model pembelajaran 6E berbasis STEM pada kelas eksperimen. Data didapatkan dari pengujian nilai atau hasil *pretest* maupun *posttest* secara keseluruhan meliputi kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan menggunakan Analisis Kovarian (*Ancova*). Hasil yang di dapatkan menunjukkan bahwa terdapat perbedann secara signifikan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen (kelas percobaan). Dengan kata lain, penerapan model pembelajaran 6E berbasis STEM berpengaruh terhadap keterampilan *problem solving* yang dihasilkan oleh siswa. Model pembelajaran 6E berbasis STEM dapat memacu peningkatan hasil keterampilan *problem solving* siswa dikarenakan sebelum mengikuti diskusi di dalam kelas, siswa sudah terlebih dahulu mempelajari materi yang hendak didiskusikan di dalam kelas. Sama halnya dengan pegerjaan tes, siswa juga telah memiliki bekal pemahaman konsep dan teori pada pra-pembelajaran (Efendi & Maskar, 2020). Adanya penerapan model pembelajaran 6E berbasis STEM dapat membantu meningkatkan keteampilan *problem solving* siswa memiliki waktu belajar yang lebih efektif dan kondisional, sehingga tidak terikat dengan waktu tertentu untuk memahami materi. Adanya waktu yang fleksibel membuat para siswa dapat memahami konsep maupun teori sesuai dengan kapasitas yang dimilikinya (Bara *et al.*, 2021).

Indikator *problem solving* seperti yang tercantum pada Gambar 4.1 mencakup keterampilan seperti:

- 1) Memahami Permasalahan, dimana keunggulan pada kelas eksperimen dapat diatribusikan pada aktivitas pada fase *Engage*, di mana penyajian konteks dunia nyata melalui media visual (gambar/video pencemaran air) memberikan pemahaman yang lebih relevan dan mendalam bagi siswa dibandingkan

penyampaian materi secara teoritis pada kelas kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan dalam kelas eksperimen sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan siswa untuk merefleksikan, mengevaluasi, dan merevisi prosedur atau hasil yang telah dicapai.

- 2) Menyusun Rencana Penyelesaian, dimana Aktivitas perencanaan pada kelas eksperimen bersifat aplikatif karena diarahkan untuk mencapai tujuan konkret, yakni merancang sebuah produk STEM (Alat Penjernih Air) pada fase *Engineer*. Sebaliknya, kelas kontrol melakukan perencanaan yang lebih teoritis untuk menyelesaikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) tanpa adanya orientasi pada produk akhir. Hal ini membuktikan bahwa pembelajaran berorientasi proyek secara efektif melatih kemampuan siswa untuk merancang strategi penyelesaian yang logis dan terstruktur. Selisih terbesar dan paling signifikan yang membuktikan model 6E berbasis STEM termanifestasi pada dua indikator terakhir.
- 3) Melakukan Rencana Penyelesaian, dimana guru mengarahkan siswa secara berkelompok untuk melihat video cara membuat alat penjernih air berbasis STEM, kemudian pada pertemuan berikutnya siswa diarahkan untuk membuat alat penjernih air (STEM) tersebut serta mengerjakan LKPD. Kegiatan ini merupakan wujud dari perencanaan dan implementasi solusi, sejalan dengan tujuan pembelajaran yang menyatakan peserta didik dapat merancang dan membuat alat penjernih air sederhana. Berbeda dengan kelas kontrol yang hanya berdiskusi dan mengaitkan fakta-fakta pencemaran air, kelas eksperimen menuntut siswa untuk secara fisik merancang struktur, memilih bahan, dan membangun prototipe, sehingga kemampuan merencanakan dan mengaplikasikan solusi terlatih secara langsung.
- 4) Menyusun Ulang Prosedur dan Hasil, dimana kelas eksperimen secara intensif melatih siswa melalui tahap "*Evaluate*" dan "*Enrich*". Peserta didik menguji dan mengevaluasi efektivitas alat penjernih air yang telah dibuat dengan membandingkan hasil sebelum dan sesudah filtrasi serta menyusun laporan hasil dengan kesimpulan yang valid. Aspek efisiensi ditekankan melalui target efektivitas minimal 75% dalam meningkatkan kejernihan air. Sementara itu,

ketepatan diukur dari kemampuan siswa dalam mencatat hasil tingkat kekeruhan air dengan tepat, menjelaskan berbagai metode penjernihan air menggunakan konsep filtrasi dan mempresentasikan hasil metode tersebut di depan kelas dengan tepat, serta ketepatan jawaban pada LKPD. Dengan demikian, keterlibatan aktif siswa dalam siklus perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi dalam kelas eksperimen dapat meningkatkan kemampuan mereka dalam merencanakan solusi, serta menganalisis dan menyajikan hasil secara efisien dan tepat, yang tidak ditemukan secara mendalam pada kelas kontrol.

Model pembelajaran 6E berbasis STEM dapat meningkatkan *problem solving*. Hal ini dikarenakan keterlibatan siswa dalam proses mengidentifikasi masalah, merancang dan menjelaskan solusi, serta memuat evaluasi. Dengan cara ini, proses pembelajaran untuk dapat meningkatkan *problem solving* lebih efektif. Selaras dengan pendapat Manafe, et al., (2017), menyatakan bahwa model pembelajaran 6E berbasis STEM membuat siswa aktif terlibat dalam berbagai aktivitas kelas dan interaksi dalam proses pembelajaran. Siswa membangun pemahaman mereka sendiri tentang hasil yang telah mereka capai selama proses pembelajaran. Siswa membangun pemahaman mereka sendiri tentang hasil yang telah mereka capai selama proses pembelajaran. Dengan tahapan pembelajaran dari 6E berbasis STEM, kemampuan berfikir siswa akan terasah sehingga siswa untuk memunculkan ide solusi dan mengasah *problem solving* hingga menerapkan praktek (Lin et al., 2019). Hal tersebut selaras dengan studi yang dilakukan oleh Sanjayati et al., (2019), mengemukakan 6E berbasis STEM memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat dalam aktivitas fisik dan terlibat secara aktif yang dirancang untuk menjawab pertanyaan guru. Didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Kaniawati & Suryadi (2016) menyatakan bahwa penerapan STEM pada model pembelajaran 6E dapat meningkatkan *problem solving* siswa kelas X. Demikian pula sebuah studi Chung et al., (2018) yang meneliti efektivitas STEM-6E menunjukkan bahwa pembelajaran STEM-6E dapat memperkuat kemampuan siswa untuk mengitergrasikan pengetahuan dan meningkatkan efisiensi belajar mereka dalam berbagai mata pelajaran.

Model pembelajaran 6E berbasis STEM merupakan ide inovatif dalam pendidikan untuk memecahkan masalah dunia nyata, sehingga dengan pembelajaran model 6E berbasis STEM dapat membantu untuk meningkatkan *problem solving* siswa (Wahono *et al.*, 2021). Model pembelajaran 6E berbasis STEM terdapat 6 tahapan: *engage*, *explore*, *explain*, *engineer*, *enrich*, dan *evaluate*. Tahap pertama yaitu *Engage*, guru menampilkan gambar-gambar terkait fakta-fakta pencemaran air di dunia nyata untuk membangkitkan rasa ingin tau dan mendorong siswa agar percaya diri menyampaikan konsep dari setiap gambar yang diberikan. Proses ini berperan mengklarifikasi pengetahuan apa yang diperlukan untuk melanjutkan proses penyelesaian masalah.

Tahap *engage* berkaitan dengan guru mengarahkan guru menampilkan gambar-gambar terkait fakta-fakta pencemaran air di dunia nyata untuk membangkitkan rasa ingin tahu, minat, serta kolaborasi siswa, guru juga mendorong dan memberikan kesempatan siswa agar percaya diri menyampaikan konsep makna dari setiap gambar yang diberikan dan dikaitkan dengan pencemaran air. Siswa yang diminta untuk mengamati untuk mengamati suatu gambar, video atau data lainnya serta dilatih untuk menginterpretasikan fakta yang ada, sehingga meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami fakta-fakta yang terjadi (Arrohman *et al.*, 2020). Dalam fase *engage* terdapat aspek *science* dan *technology*. *Science* adalah kemampuan untuk mengidentifikasi masalah tertentu, yang tujuannya untuk melatih *problem solving* (Mahjatia *et al.*, 2020). Guru menampilkan gambar terkait fakta pencemaran air di dunia nyata serta membangkitkan rasa ingin tahu (observasi, bertanya), dan dorongan untuk menyampaikan konsep makna terkait fenomena ilmiah pencemaran air. Kegiatan ini dapat mengajarkan siswa untuk membuat rencana untuk memecahkan masalah tersebut. Dalam aspek *technology*, guru mengajarkan siswa untuk memanfaatkan teknologi dalam memecahkan masalah (Nguyen *et al.*, 2020). Guru menampilkan video serta mengenalkan alat penjernih air sederhana yang memicu pernyataan tentang “ Ternyata hanya melalui alat penjernih air sederhana dapat mengubah air yang tadinya keruh menjadi bening”. Pendapat ini menunjukkan bahwa siswa berhasil termotivasi oleh topik pelajaran. Keterlibatan siswa dalam proses

identifikasi masalah, penjelasan solusi berdasarkan data, pembuatan desain baru dan perluasan konsep serta membuat evaluasi. Dengan cara demikian, proses pembelajaran lebih efektif dalam meningkatkan *problem solving* siswa (Sanjayati *et al.*, 2019).

Tahap kedua yakni *Explore*, siswa terlibat langsung dalam mata pelajaran, yakni mereka secara mandiri mencari informasi tentang pencemaran air. Untuk mendukung tahap *explore*, guru telah menyediakan LKPD yang harus dikerjakan oleh siswa. Siswa melakukan kegiatan mengidentifikasi berdasarkan LKPD yang diberikan oleh guru, kemudian fokus pada *problem solving* berupa pembuatan produk berdasarkan hasil identifikasi tersebut (Hasanah *et al.*, 2021). Dengan cara ini, proses pembelajaran lebih hidup dan menyenangkan untuk dipelajari, sehingga memungkinkan mereka untuk melatih berbagai keterampilan mereka seperti *problem solving* (Fithri *et al.*, 2021). Pada tahap ini guru juga menayangkan video tentang alat penjernih air. Video ditampilkan untuk memperluas wawasan siswa dan keterlibatan intelektual siswa dalam topik yang dibahas. Video eksperimen dengan jelas menyajikan langkah-langkah kegiatan eksperimen sehingga memudahkan siswa untuk berlatih merencanakan dan mengevaluasi (Susantini *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian Lin *et al.*, (2019) melalui tahap *engage* dan *explore* siswa terdapat mengenali permasalahan yang ada di kehidupan sehari-hari dan solusi yang dapat ditawarkan, sehingga dapat melatih *problem solving* siswa. Tahap ketiga adalah *explain*, dimana siswa merefleksikan apa yang telah mereka pelajari berdasarkan soal-soal tugas yang telah dikerjakan siswa, berdiskusi dalam bentuk tanya jawab, dan melengkapi penjelasan antar kelompok. Guru juga mencoba memberi penjelasan mengenai kesalahpahaman dan membimbing siswa melalui diskusi dan klarifikasi konsep permasalahan dengan tanya jawab (Arrohman *et al.*, 2022).

Pada tahap keempat yakni *engineer*, siswa diberi kesempatan untuk merancang produk untuk memecahkan masalah yang muncul, yakni membuat alat penjernih air. Pada tahap *engineer* juga terdapat aspek *engineering* dan *mathematics*. Salah satu sintaks model pembelajaran 6E berbasis STEM yang erat kaitannya dengan pendekatan STEM adalah kegiatan *engineer*. Kegiatan *engineer*

bertujuan agar siswa menerapkan berbagai pemahaman dan *problem solving* (Burke, 2014). Pada tahap ini, pemahaman ilmiah siswa di asah. Siswa merancang produk berupa alat penjernih air. Kegiatan ini dilakukan sebagai salah satu bentuk untuk mempersiapkan keterampilan siswa di bidang *engineer*, yang diharapkan siswa mampu untuk berdaya saing tinggi (Widayoko *et al.*, 2018). Pasalnya, STEM terbukti mampu meningkatkan keterampilan dan menyiapkan sumber daya dengan kualitas yang sesuai dengan tuntutan abad 21 (Yuliana *et al.*, 2020). Selain itu dalam aspek *mathematics* diperlukan cara berpikir matematis. Siswa diminta untuk menganalisis alat penjernih air yang telah dirancang. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Lin *et al.*, (2019). Kegiatan *explore*, *explain* dan *engineer* memungkinkan siswa untuk memecahkan masalah secara berturut-turut dalam proses pembuatan dan menumbuhkan keterampilan *problem solving* mereka. Didukung penelitian yang dilakukan oleh Bozkurt *et al.*, (2018), mengklaim bahwa pembelajaran berbasis STEM berkontribusi pada pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti pemikiran dan penalaran kritis, pemikiran kreatif dan inovatif, pengambilan keputusan, keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta *problem solving*.

Tahap kelima yaitu *enrich*, siswa memperkaya pemahaman konseptual lebih lanjut dan menganalisisnya. Guru meminta siswa untuk mempelajari konsep penggunaan penjernih air untuk mengisi LKPD di pertemuan berikutnya dan pada pertemuan kedua. Guru meminta siswa menganalisis bagaimana sistem filtrasi air sederhana bekerja melalui presentasi perwakilan kelompok. Hal ini dianggap sebagai jembatan menuju tahap "*Engineer*" atau sebagai bagian dari tahap "*Enrich*" di mana siswa memperdalam pemahaman mereka (Karsli & Sen 2021). Salah satu siswa merespon bahwasannya, "Dapat menjadi jernih karena sudah di proses melalui filtrasi buatan yang dimana bahan-bahan yang berada di dalam filtrasi tersebut dapat menyaring kotoran-kotoran dan terbukti dengan hasil air yang bersih". Tanggapan siswa menunjukkan bahwa mereka berusaha untuk mengetahui lebih lanjut terhadap materi pembelajaran. Siswa dengan *problem solving* yang baik mampu menerapkan pengetahuan yang mereka peroleh untuk masalah yang mereka hadapi (Jayadi *et al.*, 2020). Tahap akhir yakni *evaluate*, dalam upaya untuk

menentukan sejauh mana pembelajaran. Guru juga memberikan refleksi dan evaluasi mengenai jawaban siswa atas pertanyaan yang diajukan siswa (Yuliana *et al.*, 2020). Lin *et al.*, (2020) menyatakan bahwa pembelajaran 6E berbasis STEM dapat memperkuat kemampuan literasi siswa melalui teknologi untuk mengintegrasikan *sains*, meningkatkan pembelajaran kolaboratif dan *problem solving* siswa.

4.2.2 Keterampilan Kolaborasi Siswa

Data hasil gambar 4.2 menunjukkan bahwa setiap indikator kelas eksperimen menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dari perlakuan yang diberikan. Indikator tersebut yakni:

- 1) Menghargai dan Bekerja Sama dengan Orang Lain, dimana persentase yang tinggi dikaitkan dengan model pembelajaran 6E berbasis STEM, pada sintaks bagian "*Engage*", guru menampilkan gambar-gambar untuk membangkitkan kolaborasi siswa. Kemudian, pada sintaks "*Explore*" dan "*Explanation*", guru berperan sebagai fasilitator yang mengarahkan peserta didik untuk berdiskusi dan menemukan solusi, mendorong mereka untuk saling mendengarkan dan menghargai ide kemudian sintaks "*Engineer*" melibatkan kerja kelompok dalam membuat alat penjernih air, yang secara alami menuntut kolaborasi. Penilaian diskusi kelompok juga mencakup ketertiban dalam melakukan diskusi baik, yang secara tidak langsung mendukung indikator menghargai dan bekerja sama dengan orang lain, sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional yang secara intensif tidak memfasilitasi pengembangan keterampilan menghargai dan bekerja sama secara mendalam. Fokus lebih pada pemahaman materi yang dijelaskan guru, dan diskusi mungkin lebih berpusat pada tanya jawab konseptual daripada kolaborasi proyek yang kompleks.
- 2) Kontribusi, dimana pada tahap "*Engage*", guru mendorong dan memberikan kesempatan siswa agar percaya diri menyampaikan konsep makna dari setiap gambar yang diberikan. Pada tahap "*Explore*", siswa diberikan kesempatan untuk mengumpulkan informasi melalui literatur dan berdiskusi untuk

menyelesaikan LKPD. Pada sintaks "*Engineer*" menuntut kontribusi langsung dalam pembuatan alat penjernih air, penilaian presentasi juga mencakup. Selain itu, penilaian diskusi kelompok secara spesifik mengukur semua anggota kelompok berpartisipasi dalam memecahkan masalah, yang secara langsung memicu kontribusi tinggi. Sementara kelas kontrol lebih bergantung pada kesempatan yang diberikan guru untuk bertanya dan berdiskusi singkat. Dalam pembelajaran konvensional, mungkin ada kecenderungan siswa untuk menjadi penerima informasi pasif, sehingga tingkat kontribusi aktif tidak setinggi di kelas eksperimen yang memiliki tuntutan eksperimen dan diskusi yang lebih intensif.

- 3) Manajemen Waktu, tepatnya pada sintaks "*Engineer*", peserta didik harus membuat alat penjernih air sederhana dalam durasi yang dialokasikan, yang memerlukan perencanaan dan pembagian waktu yang baik dalam kelompok. Kegiatan ini menuntut siswa untuk mengatur tahapan eksperimen dan menyelesaikannya tepat waktu. Untuk kelas kontrol alokasi waktu untuk setiap kegiatan cenderung sangat terstruktur. Siswa tidak banyak memiliki kesempatan untuk secara mandiri mengelola waktu mereka untuk menyelesaikan tugas yang bersifat kompleks. Tugas cenderung lebih linier dan terpandu, sehingga kemampuan manajemen waktu mandiri kurang terasah.
- 4) Tanggung Jawab, dimana merupakan persentase tertinggi di antara indikator lainnya, terletak pada merekayasa dan mencoba menggunakan penjernih air tersebut, dimana setiap anggota kelompok bertanggung jawab terhadap keberhasilan pembuatan dan pengujian alat. Sintaks "*Evaluate*" guru meminta siswa menguji dan mengevaluasi efektivitas alat penjernih air yang telah dibuat serta menyusun laporan hasil dengan kesimpulan yang valid. Sedangkan dalam pembelajaran konvensional, tanggung jawab lebih sering terkait dengan penyelesaian tugas individu atau partisipasi dalam diskusi yang terarah, bukan pada eksperimen yang menuntut kelompok terhadap hasil seperti pembuatan alat penjernih air. Adanya perlakuan di kelas eksperimen secara langsung meningkatkan tanggung jawab siswa.

Perlakuan yang diberikan yakni adanya penerapan model pembelajaran 6E berbasis STEM pada kelas eksperimen. Data yang di dapat dari pengujian angket secara keseluruhan meliputi kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan menggunakan Analisis Kovarian (*Ancova*). Hasil yang di dapatkan menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Dengan kata lain, penerapan model pembelajaran 6E berbasis STEM berpengaruh terhadap keterampilan kolaborasi siswa yang dihasilkan oleh siswa. Model pembelajaran 6E berbasis STEM terbukti efektif dalam memacu peningkatan hasil keterampilan kolaborasi siswa. Peningkatan ini terjadi karena sebelum siswa berpartisipasi dalam diskusi di kelas, mereka telah memiliki kesempatan untuk mempelajari materi yang akan didiskusikan secara mandiri. Proses pembelajaran awal ini mempersiapkan siswa dengan pemahaman dasar, sehingga diskusi di kelas dapat berlangsung lebih produktif dan interaktif, secara langsung mengembangkan kemampuan mereka untuk bekerja sama dan bertukar pikiran. Hasil ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Agustina & Purwanti (2023) yang menemukan bahwa integrasi STEM dalam pembelajaran mampu mendorong interaksi sosial dan kerja sama antar siswa. Adanya penerapan model pembelajaran 6E berbasis STEM dapat membantu meningkatkan keterampilan kolaborasi siswa untuk aktif terlibat dalam pemecahan masalah dunia nyata, mendorong mereka untuk bekerja sama dan berbagi ide dalam mencapai tujuan bersama (Yusuf *et al.*, 2020).

Sintaks pembelajaran menunjukkan keberhasilan dalam meningkatkan proses pemecahan masalah. Pada proses *engage* (mengaitkan) guru mendorong dan memberikan kesempatan siswa agar percaya diri menyampaikan konsep makna daei setiap gambar yang diberikan dan dikaitkan dengan pencemaran air. Pada proses *explore* (mengeksplorasi) siswa diberi kesempatan untuk mengumpulkan informasi dan berdiskusi untuk menyelesaikan LKPD. Pada proses *explain* (menjelaskan) siswa diberikan kesempatan untuk merefleksikan hasil diskusi dan guru memberikan penjelasan terkait kebenaran serta mengklarifikasi konsep. Proses paling penting terdapat pada proses *engineer* (merekayasa) dimana guru memberikan arahan solusi dari masalah yang diberikan sehingga siswa dapat

merancang eksperimen. Proses ini dapat dinilai sangat penting karena diperlukan kemampuan untuk mengintegrasikan pengetahuan serta keterampilan yang dibutuhkan dalam menyelesaikan permasalahan melalui STEM. Proses *engineer* ini erat kaitannya dengan proses kolaborasi dan penalaran ilmiah karena dalam kegiatan STEM siswa dituntut untuk merencanakan solusi lalu menciptakan konsep penyelesaian masalah secara ilmiah. Pada proses *enrich* siswa memecahkan masalah dalam keadaan yang lebih kompleks. Sementara proses *evaluate* dalam pembelajaran dirancang untuk menilai hasil belajar siswa berdasarkan pemahaman mereka terhadap kesamaan konsep.

Sebagaimana yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya, setiap sintaks dalam pembelajaran kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran 6E memberikan pengaruh terhadap peningkatan kemampuan kolaborasi siswa. Kelas eksperimen menunjukkan interaksi yang lebih aktif antar siswa dalam berdiskusi, berbagi ide, menyelesaikan masalah bersama, dan mengambil keputusan secara kolektif selama proses pembelajaran. Aktivitas-aktivitas tersebut mencerminkan ciri-ciri utama dari kolaborasi yang efektif dalam konteks pembelajaran abad ke-21. Model pembelajaran 6E berbasis STEM mendorong siswa untuk bekerja dalam kelompok pada hampir setiap fasenya mulai dari *engage*, *explore*, *explain*, *engineer*, *enrich* dan *evaluate*. Pada fase *explore*, siswa secara aktif mengeksplorasi konsep bersama kelompoknya, sedangkan pada fase *elaborate*, mereka ditantang untuk menerapkan pengetahuan dalam situasi baru secara kolaboratif. Hal ini selaras dengan pernyataan Suprpto *et al* (2020) yang menyebutkan bahwa pendekatan pembelajaran 6E berbasis STEM yang memberikan ruang luas bagi siswa untuk berinteraksi dan membangun pengetahuan secara sosial dalam kelompok. Selain itu, model pembelajaran 6E berbasis STEM memberikan kerangka pembelajaran yang memungkinkan setiap anggota kelompok untuk memiliki peran yang jelas, mendorong saling ketergantungan positif, serta meningkatkan keterampilan komunikasi interpersonal. Menurut Nugraha dan Wardani (2021), implementasi model pembelajaran 6E berbasis STEM secara efektif mampu memperkuat kompetensi kolaborasi siswa karena mereka dilatih untuk menyampaikan pendapat, menerima umpan balik, dan mencapai tujuan kelompok secara bersama.

Model pembelajaran 6E berbasis STEM memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan kolaborasi siswa. Hal ini didukung oleh Setiawan *et al* (2020) yang menyatakan bahwa model pembelajaran yang terstruktur seperti 6E berbasis STEM mendorong interaksi antar siswa melalui kerja kelompok, komunikasi, dan pembagian peran secara aktif. Model 6E berbasis STEM melengkapi kekurangan tersebut dengan menyediakan tahapan pembelajaran yang secara sistematis melibatkan kolaborasi, mulai dari eksplorasi hingga pemecahan masalah bersama. Wulandari & Mulyani (2022) juga menyatakan bahwa 6E berbasis STEM dapat membantu siswa belajar mendengarkan pendapat, menyelesaikan konflik, dan mencapai tujuan kelompok secara efektif. Dengan demikian, pembelajaran 6E berbasis STEM tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga menumbuhkan keterampilan kolaboratif yang penting dalam pembelajaran abad ke-21.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Model pembelajaran 6E berbasis STEM pada materi pencemaran air berpengaruh terhadap keterampilan *Problem solving* siswa ($F = 32.978$., $p=0,001$).
- b. Model pembelajaran 6E berbasis STEM pada materi pencemaran air berpengaruh terhadap keterampilan kolaborasi siswa ($F = 15.014$., $p 0,001$).

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang tertera di atas, maka didapatkan saran yang dapat dipertimbangkan di dalam meningkatkan mutu kualitas pembelajaran biologi yaitu sebagai berikut:

- a. Bagi para guru, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam menerapkan model pembelajaran 6E berbasis STEM di lingkungan sekolah guna mendukung proses pembelajaran yang lebih inovatif dan efektif
- b. Bagi peneliti lain, hasil penelitian mengenai model pembelajaran 6E berbasis STEM ini diharapkan dapat menjadi referensi atau pertimbangan dalam mengembangkan penelitian lanjutan yang berfokus pada peningkatan keterampilan abad ke-21 lainnya. Selain itu, temuan ini juga diharapkan dapat mendorong peneliti untuk memperluas wawasan terkait model dan pendekatan pembelajaran yang relevan dan inovatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A. (2019). Efektivitas Model Pembelajaran Langsung pada Pembelajaran Mengubah Teks Wawancara menjadi Karangan Narasi Siswa kelas VII SMP Negeri 23 Oku. *Lentera: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 12(1):141-148. <http://jurnal.stkipgribl.ac.id/index.php/lentera>
- Arrohman, D. A., Ayu, L. E. W., Insih, W., Suyanta. (2022). Implementasi Penggunaan LKPD Pencemaran Air Berbasis STEM dan Model Learning Cycle 6E Terhadap Keterampilan Literasi Sains. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(2):279-293. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i2.23584>
- Bara, M. O., Rambitan, V. M., & Boleng, D. T. (2021). Pengembangan Strategi Belajar Flipped Classroom Untuk meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Pelajaran Biologi Kelas XI MIPA SMAK Santo Fransiskus Assisi Samarinda. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 5(1), 23-32. <http://dx.doi.org/10.58258/jisip.v5i1.1662>
- Bozkurt, A. E., O. Nurhan, & T. A. Yenilmez. (2018). Socio-Scientific issues as a context for stem education: a case study research with pre-service science teacher. *European Journal of Educational Research*. 7(4): 805-812. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.4.805>
- Burke, D. (2014). The ITEEA 6E learning by design™ model, maximizing informed design and inquiry in the integrative STEM classroom. *Technology and Engineering Teacher*. 73(6), 14-19.
- Chung, C. C., Lin, C. L., & Lou, S. J. (2018). Analysis of the learning effectiveness of the STEAM-6E special course-a case study about the creative design of IoT assistant devices for the elderly. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093040>
- Deboray, R., & R, Pramono. (2022). Implementasi Merode Pembelajaran STEM Mengembangkan Pemikiran Kritis dan Masalah Anak. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(3):12221-1232. 10.31004/obsesi.v6i3.1722
- Defira, R. (2021). Peningkatan Hasil Belajar Perencanaan dan Instalasi Sistem Audio Video dengan Penerapan Model Pembelajaran Langsung (Direct Instruction) Siswa Kelas XII TAVI SMK N 1 Bangkinang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(2):3322-3334. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/1394/1222>
- Efendi, A., & Maskar, S. (2022). Studi Pendahuluan: Pengaruh Model Pembelajaran Flipped Classroom Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa

- SMK Islam Adiluwih. *Jurnal Ilmah Matematika Realistik*, 3(1), 50-53. 10.33365/ji-mr.v3i1.1825
- Erika., Astalini., & Kurniawan, D. A. (2021). Literatur Review: Penerapan Sintaks Model Pembelajaran *Problem solving* pada Kurikulum 2013. *Jurnal Pendidikan*, 5(1), 147-153. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.16062>
- Erlinawati, C. E., Bektiarso, S., & Maryani, M. (2019). Model pembelajaran project based learning berbasis STEM pada pembelajaran fisika. *Fkip E- Proceeding*, 4(1), 1-4.
- Fithri, S., A. U. T., Pada, W., Artika, C. Numaliah, & Hasannudin. (2021). Implementasi LKPD berbasis STEM utnuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 9(4), 555-564. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i4.20816>
- Handayani, N, P, R., & I, B, G, S, Abadi. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Langsung Berbantuan Media Gambar Terhadap Kompetensi Pengetahuan Matematika Siswa Kelas VI SD. *Jurnal Mimbar Ilmu*, 25(1):120-131. <https://doi.org/10.23887/mi.v25i1.24767>
- Hasanah, Z., A.U.T. Pada, Safrida, W. Artika, & Mudatsir. (2021). Implementasi Model *Problem Based Learning* dipadu LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 9(1), 65-75. <https://doi.org/10.22437/bio.v8i3.18696>
- Hindrasti, N, E, K., A, Basit., Nevrita. (2022). Pengembangan Modul Elektronik Terintegrasi *STEM* pada Materi Sistem Respirasi Kelas XI. *Jurnal Kiprah*, 10(1):44-58. <http://ojs.umrah.ac.id/index.php/kiprah>
- Hsiao, H. S., Lin, Y. W., Lin, K. Y., Lin, C. Y., Chen, J. H., & Chen, J. C. (2022) Using robot-based practices to develop an activity that incorporated the 6E model to improve elementary school students' learning performances. *Interactive Learning Environments*, 30(1): 85-99. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636090>
- Jayadi, A., D. H. Putri, & H. Johan. (2020). Indentifikasi Pembekalan Keterampilan Abad 21 pada Aspek Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa SMA Kota Bengkulu dalam Mata Pelajaran Fisika. *Jurnal Kumparan Fisika*. 3(1), 25-32. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.25-32>
- Jenita., Anugerah, T. H., Ela, P., Hanafiah., Bernardus, A. R., Fatmawati, S. (2023). Pemanfaatan Teknologi Dalam Menunjang Pembelajaran Pelatihan Interaktif Dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan. *Communnity Development Journal*, 4(6): 13121-13129. <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i6.23614>

- Jongluecha, P., & Worapun, W. (2022). Developing Grade 3 Student Science Learning Achievement and Scientific Creativity Using the 6E Model in STEAM Education. *Journal of Educational Issues*, 8(2). <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636090>
- Kaniawati, D. S., & S. Suryadi. (2016). Integration of STEM Education in Learning Cycle 6E to Improve *Problem solving* Skills on Direct Current Electricity. *International Conference on Mathematics Science and Education*, 3(1), 106-109. [10.2991/icmsed-16.2017.6](https://doi.org/10.2991/icmsed-16.2017.6)
- Kelley, T. R., dan J. G. Knowles. 2016. A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11): 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kumala, D. R. & Ami, M. S. (2021). *Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Reading Questioning and Answer (ROA): Materi Sistem Respirasi Manusia Untuk Peserta Didik SMA/MA/Sederajat Kelas XI*. Jombang: LLPM Universitas KH. A. Wahab Hasbullah.
- Kumalaretna, W, N, D., & Mulyono. (2017). Keterampilan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Karakter Kolaborasi dalam Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl). *Journal of Mathematics Education Research*, 6(2):195-205. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujmer>
- Lek, H., Muliadi, Fitriana, I., Khusna, A. R., Zulkifli, Z. Z. (2023). Pengembangan Modul Ajar Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) Pada Materi Elektrolit Dan Non Elektrolit Di SMA Negeri 7 Kepulauan Sula. *Jurnal Pendidikan Kimia Unkhair (JPKU)*, 3(2):30-41. <https://doi.org/10.33387/jpku.v3i2.7263>
- Lin, H. C., Hwang, G. J., Chang, S. C., & Hsu, Y. D. (2021). *Facilitating Critical Thinking in Decision Making-Based Professional Training: An Oline Interactive Peer-Review Approach in a Flipped Learning context*. *Computers & Education*, 173(1), 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104266>
- Lin, Y. H., Lin, H. C. K., & Lin, H. L. (2021). Using STEAM-6E Model in AR/VR Maker Education Teaching Activities to Improve High School Students' Learning Motivation and Learning Activity Satisfaction. In *International Conference on Innovative Technologies and Learning* (pp. 111-118). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91540-7_13
- Mahjatia, N., E. Susilowati, & S. Miriam. (2020). Pengembangan LKPD Berbasis STEM Untuk Melatih Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisik*, 4(3), 139-150. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i3.2055>

- Manafe, H. E., S. Ibnu, & F. Fajaroh. (2017). Pengaruh Penerapan Learning Cycle 6E Think Pair Share Terhadap hasil Belajar Kognitif Peserta Didik dengan Kemampuan Awal Berbeda. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*. 2(2), 252-260. [10.17977/jp.v2i2.8539](https://doi.org/10.17977/jp.v2i2.8539)
- Maulidia, A., Lesmono, A. D., & Supriadi, B. (2019). Inovasi pembelajaran Fisika melalui penerapan model PBL (problem based learning) dengan pendekatan stem education untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi elastisitas dan hukum Hooke di SMA. *Fkip E-Proceeding*. 4(1): 185-190.
- Mawaddah, R., Triwoelandari, R., & Irfani, F. (2022). Kelayakan LKS pembelajaran IPA berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi siswa SD/MI. *Jurnal Cakrawala Pendas*. 8(1), 1-14. <https://doi.org/10.31949/jcp.v8i1.1911>
- Nguyen, T. P. L., T. H. Nguyen, & T. K. Tran. (2020). STEM Education in Secondary Schools: Teachers' Perspective Towards Sustainable Development. *Sustainability (Switzerland)*. 12(21), 1-16. <https://doi.org/10.3390/su12218865>
- Nugraha, R., & Wardani, S. (2021). Penerapan Model Pembelajaran 6E untuk Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi dan Hasil Belajar IPA. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*. 9(1), 23–30. <https://doi.org/10.26714/jps.9.1.2021.23-30>
- Pane, A dan M, D, Dasopang. (2017). Belajar dan Pembelajaran. *Jurnal Kajian Ilmu Keislaman*, 3(2), 333-353.
- Pinatih, K, A, M., & I, W, Winarta. (2022). Media Pembelajaran Cerita Bergambar Berbasis *Problem solving* Pada Materi Volume Kubus dan Balok Muatan Pelajaran Matematika Kelas V. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(3):759-768. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i3.4497>
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1):1725. <http://journal.uinalauddin.ac.id/index.php/PendidikanFisika>
- Rahman, A., Y, Suharyat., Ilwandri., T, A, Santosa., A, Sofianora., R, G, Gunawan., R, Putra. (2023). Pengaruh Pendekatan STEM Berbasis Etnosains Terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah dan Berpikir Kreatif Siswa. *Journal of Social Science Research*, 3(2):2111-2125. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>
- Sanjayati, A., Rustaman, N. Y., & Hidayat, T. (2019). 6E Learning by Design in Facilitating Logical thinking and Identifying Algae. *AIP Conference*

Proceedings. 2194: 020109-1-020109-6.
<http://repository.upi.edu/id/eprint/44076>

- Setiawan, D., Amin, M., & Susilo, H. (2020). Model Pembelajaran 6E untuk Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi dan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan.* 5(3), 330–338. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i3.13294>
- Setiyowati, L., Wijonarko, dan J. Sulianto. 2018. Penerapan metode problemsolving model polya terhadap keterampilan memecahkan masalah padamateri operasi hitung campuran kelas 3 SD. *Jurnal Sekolah (JS)*, 2(2): 3237.
- Subaidah, T., Laila, K. M., Irsad, R., Mochammad, A. (2019). Analisis Keterampilan Literasi Sains Pada Aspek Konteks Dan Knowledge Menggunakan Cooperative *Problem solving* (CPS) Dengan Strategi Heuristik. *Natural Science Education Reseach*, 2(2):113-122. <https://doi.org/10.21107/nser.v2i2.6238>
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Susantini, E., U. Faizah, M. S. Prastiwi, & Suryanti. (2016). Developing Educational Vidio to Improve the Use of Scientific Approach in Cooperative Learning. *Journal of Baltic Science Education.* 15(6), 725-737. [10.33225/jbse/16.15.725](https://doi.org/10.33225/jbse/16.15.725)
- Suprpto, N., Yushardi, & Wahyuni, D. (2020). The Effect of 6E Learning Cycle Model on Students' Scientific Attitudes and Collaboration Skills. *Journal of Physics: Conference Series.* 1465 012051. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1465/1/012051>
- Sutrisno, V L P dan B. T Siswanto. (2016). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Praktik Kelistrikan Otomotif SMK di Kota Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Voka*, 6(1), 111-120. <https://doi.org/10.21831/jpv.v6i1.8118>
- Ulhusna, M., Sri, D. P., Zakirman. (2020). Permainan Ludo untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Siswa dalam Pembelajaran Matematika. *International Journal of Elementary Education*, 4(2):130-137. <https://doi.org/10.23887/ijee.v4i2.23050>
- Wahono, B., & Chang, C. Y. (2019). Development and validation of a survey instrument (AKA) towards attitude, knowledge and application of STEM. *Journal of Baltic Science Education*, 18(1):63-76.

- Wahono, B., C. Chang, dan N. T. T. Khuyen 2021. Pengajaran isu-isu sosio-saintifik melalui pendidikan STEM terintegrasi: sebuah pernyataan praktis yang efektif dari pembelajaran sains Indonesia. *Jurnal Internasional Pendidikan Sains*, 1-21.
- Widana, W., Agus, T. S., Gede, S. (2021). Development of an Authentic Assessment Model in Mathematics Learning: A Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach. *Indonesian Research Journal in Education*, 5(1):192-209. <https://doi.org/10.22437/irje.v5i1.12992>
- Widayoko, A., E. Latifah, & L. Yulianti. (2018). Peningkatan Kompetensi Literasi Santifik Siswa SMA dengan Bahan Ajar Terintegrasi STEM pada Materi Impuls dan Momentum. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, & Pengembangan*. 3(11), 1463-1467. 10.17977/jptpp.v3i11.11767
- Widiarti, A., Ibrahim, M., & Yuliani, Y. (2022). Development STEM-Based Biotechnology Learning Tools to Practice Critical Thinking. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 3(4): 489-499. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v3i4.232>
- Wiria, W., & Heffi, A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem solving* Terhadap Collaboration Skill Siswa Pada Pembelajaran Biologi: Literature Review. *Journal Of Science Education*, 3(2):111121. <http://journal.moripublishing.com/index.php/biochephy>
- Wulandari, F., & Mulyani, S. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran 6E terhadap Keterampilan Kolaborasi Siswa SMP pada Materi Sistem Pencernaan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*. 8(1), 45–51. <https://doi.org/10.26877/jipbio.v8i1.9470>
- Yanti, W. (2019). Penggunaan model pembelajaran langsung (direct instruction) untuk meningkatkan hasil belajar biologi siswa kelas X IPA 1 SMA Negeri 15 Kota Takengon tahun pelajaran 2018-2019. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 7(2):115-120. <http://dx.doi.org/10.22373/biotik.v7i2.5652>
- Yuliana, A. S., Pamo, & A. Taufiq. (2020). Application of Teaching Materials Based on 7e-stem Learning Cycle to Improve Student's Problwm Solving Skills. *AIP Coference Proceedings*. 2215, 1-8. 10.1063/5.0000535
- Yusuf, I., & Asrifan, A. (2020). Peningkatan Aktivitas Kolaborasi Pembelajaran Fisika Melalui Pendekatan Stem Dengan Purwarupa Pada Siswa Kelas Xi Ipa Sman 5 Yogyakarta:(Improving Collaboration of Physics Learning Activities through the STEM Approach). *Uniqbu Journal of Exact Sciences*. 1(3), 32-48. <https://doi.org/10.47323/ujes.v1i3.68>

Zaenuri. (2022). Metode Pembelajaran Tutor Sebaya (Peer Tutoring) Sebagai Metode Alternatif Dalam Pembelajaran BTQ (Baca Tulis Al-Quran) Pada Kegiatan Ekstra Kurikuler PAI di SMP. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(4): 2807-3878. <https://doi.org/10.59818/jpi.v2i4.180>.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Penelitian

JUDUL	RUMUSAN MASALAH	TUJUAN	VARIABEL	SUMBER DATA	METODE PENELITIAN
Pengaruh Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM terhadap Keterampilan <i>Problem Solving</i> dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas pada Materi Pencemaran Air	<p>1. Apakah ada pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan <i>problem solving</i> siswa Sekolah Menengah Atas pada materi pencemaran air?</p> <p>2. Apakah ada pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan kolaborasi siswa Sekolah Menengah Atas pada materi pencemaran air?</p>	<p>1. Untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan <i>problem solving</i> siswa Sekolah Menengah Atas pada materi pencemaran air</p> <p>2. Untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keteampilan kolaborasi siswa Sekolah</p>	<p>1. Variabel bebas: Model pembelajaran 6E berbasis STEM</p> <p>2. Variabel terikat: - <i>Problem solving</i> - Kolaborasi siswa</p>	<p>1. Primer: - Hasil pre-test siswa - Hasil pos-test siswa - Hasil wawancara guru bidang studi Biologi - Hasil wawancara siswa kelas X SMAN Pakusari - Hasil pengisian angket oleh siswa kelas X SMAN Pakusari</p> <p>2. Sekunder</p>	<p>1. Penelitian: Kuantitatif</p> <p>2. Jenis penelitian: <i>Quasi experimental</i></p> <p>3. Lokasi penelitian: SMAN Pakusari</p> <p>4. Pengumpulan data - Observasi - Wawancara - Tes - Angket - Dokumentasi - Pemberian angket siswa</p> <p>5. Perangkat - Alur tujuan</p>

		Menengah Atas pada materi pencemaran air		<ul style="list-style-type: none">- Kepustakaan- Dokumentasi- Hasil belajar siswa atau ulangan harian sebelumnya	<p>pembelajaran</p> <ul style="list-style-type: none">- Modul ajar- Bahan ajar- Instrumen penilaian- Pedoman pengumpulan data <p>6. Uji:</p> <ul style="list-style-type: none">- Uji Normalitas- Uji Homogenitas- Uji <i>ANCOVA</i>
--	--	--	--	--	--

MODUL AJAR
KELAS KONTROL
PENCEMARAN AIR: KONSEP DAN SOLUSI
SUB BAB: PERUBAHAN LINGKUNGAN (PENCEMARAN AIR)

INFORMASI UMUM

I. IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	: Nadya Efelin Ai Prasa
Satuan Pendidikan	: SMAN Pakusari
Fase / Kelas / Semester	: E / X / 2
Mata Pelajaran	: Biologi
Prediksi Alokasi Waktu	: 3 JP x 45 menit

II. CAPAIAN PEMBELAJARAN FASE E

Pada akhir Fase E, peserta didik mampu memahami dan menganalisis konsep pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran air, serta pengaruhnya terhadap keseimbangan ekosistem dan Kesehatan manusia. Peserta didik mampu mengidentifikasi sumber pencemar, jenis polutan, serta dampaknya terhadap lingkungan melalui diskusi.

III. KOMPETENSI AWAL

Sebelumnya peserta didik telah membangun pengetahuan dan keterampilan dasar mengenai fisika, kimia dan biologi pada tujuh bab sebelumnya. Pengetahuan dan keterampilan dasar tersebut akan diterapkan untuk memecahkan masalah-masalah lingkungan yang terjadi akibat pencemaran air.

IV. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Beriman, Bertakwa kepada Tuhan yag maha Esa, bernalar kritis, kreatif, inovatif, mandiri, bergotong royong.

V. SARANA DAN PRASARANA

1. Handphone	4. Buku LKS	7. PPT
2. Laptop	5. Papan tulis/White Board	8. Proyektor
3. Akses Internet	6. Lembar kerja peserta didik	

VI. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.

VII. MODEL PEMBELAJARAN

Pembelajaran Konvensional

KOMPONEN INTI

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

- Mengidentifikasi macam-macam penyebab, dampak dan cara menanggulangi pencemaran air
- Menganalisis keterkaitan pencemaran air dengan makhluk hidup dan ekosistem

II. PEMAHAMAN BERMAKNA

Setelah mempelajari modul ini, peserta didik mengetahui:

1. Peserta didik dapat mengidentifikasi dan mengaitkan fakta-fakta pencemaran air
2. Peserta didik dapat mendeskripsikan masalah pencemaran air
3. Peserta didik menganalisis penyebab terjadinya pencemaran air

III. PERTANYAAN PEMANTIK

Pertemuan Pertama

- Apabila kalian melihat sungai atau danau yang dipenuhi dengan sampah, warna airnya keruh, hal apa yang terlintas di pikiran kalian? Dan bagaimana perasaan kalian ketika melihatnya?

Pertemuan Kedua

- Perubahan lingkungan apa saja yang pernah kalian temui? Mengapa?

IV. KEGIATAN PEMBELAJARAN

PERTEMUAN KE 1

KEGIATAN	URUTAN KEGIATAN PEMBELAJARAN	Alokasi Waktu
PENDAHULUAN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru menyampaikan salam dan berdoa sebelum pembelajaran dimulai ▪ Guru memeriksa absensi kehadiran siswa ▪ Guru memberikan soal <i>pre-test</i> ▪ Guru Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan <i>Profil Pelajar Pancasila</i>; yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusandalam satuan pendidikan. ▪ Guru memberikan apersepsi pertanyaan terkait materi sebelumnya ▪ Guru menyampaikan tujuan pembelajaran ▪ Guru menyampaikan pertanyaan pemantik 	5 menit
KEGIATAN INTI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru menerangkan materi singkat ▪ Guru memberikan kepada siswa kesempatan untuk bertanya 	35 menit

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru menekankan keterkaitan antara pencemaran air dengan keberlangsungan makhluk hidup. ▪ Guru mengarahkan peserta didik membaca sub bab fakta-fakta perubahan lingkungan bagian pencemaran air. ▪ guru mengarahkan peserta didik untuk berdiskusi tentang fakta-fakta tersebut kemudian mengaitkannya dengan keberlangsungan hidup makhlukhidup. 	
KEGIATAN PENUTUP	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru dan peserta didik menyimpulkan pembelajaran hari ini. ▪ Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya. ▪ Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa. 	5 menit

PERTEMUAN KE 2

KEGIATAN	URUTAN KEGIATAN PEMBELAJARAN	Alokasi Waktu
PENDAHULUAN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru menyampaikan salam dan berdoa sebelum pembelajaran dimulai ▪ Guru memeriksa absensi kehadiran siswa ▪ Guru memberikan soal <i>pre-test</i> ▪ Guru Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan Profil Pelajar Pancasila; yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusandalam satuan pendidikan. ▪ Guru memberikan apersepsi pertanyaan terkait materi sebelumnya ▪ Guru menyampaikan tujuan pembelajaran ▪ Guru menyampaikan pertanyaan pemantik 	20 menit
KEGIATAN INTI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru menerangkan materi singkat ▪ Guru memberikan kepada siswa kesempatan untuk bertanya ▪ Guru menekankan keterkaitan antara pencemaran air dengan keberlangsungan makhluk hidup. ▪ Guru mengarahkan peserta didik membaca sub bab fakta-fakta perubahan lingkungan bagian pencemaran air. ▪ guru mengarahkan peserta didik untuk berdiskusi tentang fakta-fakta tersebut kemudian 	60 menit

	<p>mengaitkannya dengan keberlangsungan hidup makhlukhidup.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru membagi peserta didik sebanyak 6 kelompok ▪ Guru memberikan LKPD kepada setiap kelompok peserta didik ▪ Guru mengarahkan peserta didik untuk mengerjakan LKPD secara berdiskusi ▪ Guru menunjuk perwakilan kelompok untuk presentasi hasil diskusi. ▪ Guru memberikan penjelasan ulang tentang topik yang sedang dibahas 	
KEGIATAN PENUTUP	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru dan peserta didik menyimpulkan pembelajaran hari ini. ▪ Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya. ▪ Peserta didik mengerjakan <i>pos-test</i> dan angket kolaborasi siswa ▪ Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa. 	10 menit

V. ASESMEN/PENILAIAN

A. Penilaian Sikap

Indikator:

- a. Mendengarkan penjelasan guru dengan baik
- b. Mengajukan pertanyaan dengan baik
- c. Merefleksi pemikirannya sendiri
- d. Kejujuran dalam mengerjakan tugas dan soal
- e. Bersikap santun

Skor	Deskripsi
5	Jika peserta didik menunjukkan 5 indikator tersebut
4	Jika peserta didik menunjukkan 4 dari 5 indikator tersebut
3	Jika peserta didik menunjukkan 3 dari 5 indikator tersebut
2	Jika peserta didik menunjukkan 2 dari 5 indikator tersebut

B. Penilaian LKPD

Skor	Deskripsi
5	Jika jawaban sangat tepat
4	Jika jawaban sedikit kurang tepat
2	Jika jawaban kurang tepat

1	Jika jawaban salah
0	Tidak ada tulisan (jawaban)

Konversi skor menjadi puluhan:

$$(score/5) \times 100 = \text{Nilai}$$

C. Penilaian diskusi kelompok

Indikator:

- Partisipasi anggota kelompok minimal 80%
- Semua anggota kelompok berpartisipasi dalam memecahkan masalah
- Ketertiban dalam melakukan diskusi baik

Score	Deskripsi
3	Tiga indikator terpenuhi
2	Dua dari tiga indikator terpenuhi
1	Satu dari tiga indikator terpenuhi
0	Tidak ada indikator yang terpenuhi

$$(score/4) \times 100 = \text{nilai}$$

D. Penilaian presentasi

Indikator:

- Partisipasi anggota kelompok minimal 100%
- Ketepatan penjelasan mengenai pembuatan tape singkong
- Ketertiban presentasi baik
- Menarik perhatian audience

Score	Deskripsi
4	Empat indikator terpenuhi
3	Tiga dari empat indikator terpenuhi
2	Dua dari empat indikator terpenuhi
1	Satu dari empat indikator terpenuhi
0	Tidak ada indikator yang terpenuhi

$$(score/4) \times 100 = \text{nilai}$$

VI. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

Pertemuan Pertama

- Guru mengajak peserta didik dalam kelompok kecil untuk menyimak video tentang perubahan lingkungan khususnya pencemaran air yang terjadi di daerah setempat.
- Perhatikan bagaimana proses peserta didik merancang kegiatan sehingga dimensi kreatif, mandiri, bergotong royong dan berpikir kritis dapat terbentuk.

VII. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK**Pertemuan Pertama**

- Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal telah dipahami dan yang belum dipahami pada pertemuan ini.

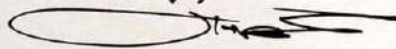
Pertemuan Kedua

- Guru mengajak peserta didik untuk berdiskusi hal-hal apa yang telah dipelajari, hal-hal apa yang masih belum dipahami pada pertemuan ini.
- Guru menekankan pada peserta didik manfaat belajar pada sub bab ini.

Jember, 30 April 2025

Guru Mata Pelajaran Biologi

Peneliti




Akh. Husaen Hadiano, S.Pd., M.Pd
198711072022211010

Nadva Efelin Al Prasa
NIM. 210210103110

Mengetahui,

Kepala Sekolah SMA Negeri Pakusari



Sandi Suwandi, S.Pd
NIP. 1975072620000121004

Lampiran 2. 2 Kelas Eksperimen

MODUL AJAR
KELAS EKSPERIMEN
PENCEMARAN AIR: KONSEP DAN SOLUSI
SUB BAB: PERUBAHAN LINGKUNGAN (PENCEMARAN AIR)

INFORMASI UMUM

I. IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun : Nadya Efelin Al Prasa
Satuan Pendidikan : SMAN Pakusari
Fase / Kelas / Semester : E / X / 2
Mata Pelajaran : Biologi
Prediksi Alokasi Waktu : 3 JP x 45 menit

II. CAPAIAN PEMBELAJARAN FASE E

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman Biologi	Peserta didik memahami penyebab dan dampak pencemaran air terhadap ekosistem.
Eksplorasi dan Investigasi	Peserta didik melakukan eksperimen untuk menguji kualitas air
Pemecahan Masalah	Peserta didik merancang solusi filtrasi sederhana berbasis STEM untuk mengatasi pencemaran air
Implementasi	Peserta didik menerapkan teknologi sederhana dalam menjaga kualitas air

III. KOMPETENSI AWAL

- Peserta didik pada awalnya belum mengetahui konsep pencemaran air, dampak pencemaran air dan cara menanggulangnya.
- Peserta didik pada awalnya belum mengetahui pencemaran air, sedangkan setelah pembelajaran, peserta didik mampu mengetahui pencemaran air.

IV. PROFIL PELAJAR PANCASILA


Beriman, bertakwa kepada Tuhan yag maha Esa, bernalar kritis, kreatif, inovatif, mandiri.

V. SARANA DAN PRASARANA

1. Handphone
2. Laptop
3. Akses Internet
4. Buku LKS
5. Papan tulis/White Board
6. Lembar kerja peserta didik
7. PPT
8. Proyektor

VI. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru memberikan <i>pre-test</i> kepada siswa. ▪ Guru memberikan pertanyaan pemantik. ▪ Guru menyinggung pembelajaran sebelumnya yang kemudian dikaitkan dengan masalah perubahan lingkungan (pencemaran air). ▪ Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. 	
KEGIATAN INTI		
<i>Engage</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru menampilkan gambar-gambar terkait fakta-fakta pencemaran air di dunia nyata untuk membangkitkan rasa ingin tau, minat serta kolaborasi siswa. ▪ Link Qr. ppt pencemaran air  <ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru mendorong dan memberikan kesempatan siswa agar percaya diri menyampaikan konsep makna dari setiap gambar yang diberikan dan dikaitkan dengan pencemaran air. 	35 menit
<i>Explore</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru memberikan kesempatan pada masing-masing siswa untuk mengumpulkan informasi melalui beberapa literatur terkait terjadinya pencemaran air. ▪ Guru memberikan pemahaman dan menginformasikan konsep dasar, prinsip dasar pencemaran air dan cara menanggulangnya. 	
<i>Explanation</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru memilih siswa untuk merefleksikan hasil informasi masalah lingkungan dan cara menanggulangnya secara lisan. ▪ Guru berperan sebagai narasumber dan fasilitator dalam mengarahkan peserta didik untuk berdiskusi dan menemukan solusi atau jawaban yang benar. ▪ Guru memberikan penjelasan mengenai kesalahan pemahaman konsep dan memberikan umpan yang baik. ▪ Guru membimbing siswa melalui diskusi dan klarifikasi konsep permasalahan dengan tanya jawab. 	
<i>Engineer</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru mengarahkan siswa secara berkelompok untuk melihat video bagaimana cara membuat STEM (Alat Penjernih Air). ▪ Guru memberikan kesempatan siswa untuk mengidentifikasi alat penjernih air pada video dan mengaitkan dengan kehidupan sehari-hari. 	

	<ul style="list-style-type: none"> Melalui STEM alat penjernih air yang dibuat, siswa diminta mengikuti kegiatan rekayasa dan mencoba menggunakan penjernih air tersebut. 	
<i>Enrich</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru memperkuat serta memperkaya pemahaman dan konsep siswa dengan menyimak penyampaian oleh guru. Guru meminta siswa menganalisis bagaimana sistem filtrasi air sederhana bekerja. 	
<i>Evaluate</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan refleksi dan evaluasi mengenai diskusi yang dilakukan. Siswa dan guru bersama-sama menyimpulkan materi pencemaran air yang telah dibahas. Guru meminta siswa untuk mempelajari konsep penggunaan penjernih air untuk mengisi LKPD di pertemuan berikutnya. 	
PENUTUP		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan hadiah kepada siswa yang dapat menjawab pertanyaan dengan baik. Guru menginformasikan materi dan tugas yang akan dipelajari pada pembelajaran berikutnya. Guru dan siswa bersama-sama berdoa untuk menutup pembelajaran. 	5 menit

PERTEMUAN KE 2

URUTAN KEGIATAN PEMBELAJARAN		
Tahap Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
PENDAHULUAN		
<i>Pra pemaparan</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru memberi salam Guru mengkondisikan siswa Guru melakukan doa bersama sebelum pelajaran Guru menanyakan kesiapan peserta didik terkait kebersihan kelas, kerapian kelas, kehadiran peserta didik dan materi sebelumnya Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru menyinggung pembelajaran sebelumnya yang kemudian dikaitkan dengan masalah perubahan lingkungan Guru menyampaikan tujuan pembelajaran Guru memberikan arahan kepada siswa untuk memperhatikan langkah-langkah membuat penjernih air. 	20 menit

KEGIATAN INTI		
<i>Engage</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru menampilkan gambar-gambar terkait pencemaran air di dunia nyata untuk membangkitkan rasa ingin tau, minat serta kolaborasi siswa. Guru mendorong dan memberikan kesempatan siswa agar percaya diri menyampaikan konsep makna dari setiap gambar yang diberikan dan dikaitkan dengan perubahan lingkungan. 	60 menit
<i>Explore</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru membagi siswa ke dalam 6 kelompok Guru memberikan kesempatan pada masing-masing kelompok untuk mengumpulkan informasi melalui beberap literatur dan berdiskusi untuk menyelesaikan LKPD. 	
<i>Explanation</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru mempersilahkan masing-masing kelompok untuk merefleksikan hasil diskusi masalah pencemaran air dan cara menanggulangnya pada LKPD. Guru berperan sebagai narasumber dan fasilitator dalam mengarahkan peserta didik untuk berdiskusi dan menemukan solusi atau jawaban yang benar. Guru memberikan penjelasan mengenai kesalahan pahaman konsep dan memberikan umpan yang baik. Guru membimbing siswa melalui diskusi dan klarifikasi konsep permasalahan dengan tanya jawab. 	
<i>Engineer</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan siswa secara berkelompok untuk membuat STEM (Alat Penjernih Air) serta mengerjakan LKPD. Guru memberikan kesempatan siswa untuk mengidentifikasi alat penjernih air pada LKPD dan mengaitkan dengan kehidupan sehari-hari. Melalui STEM alat penjernih air yang dibuat, siswa diminta mengikuti kegiatan rekayasa dan mencoba menggunakan penjernih air tersebut. 	
<i>Enrich</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru memperkuat serta memperkaya pemahaman dan konsep siswa dengan menyimak penyampaian oleh guru. Guru meminta siswa menganalisis bagaimana sistem filtrasi air sederhana bekerja melalui presentasi perwakilan kelompok. 	
<i>Evaluate</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan refleksi dan evaluasi mengenai diskusi yang dilakukan. Siswa dan guru bersama-sama menyimpulkan materi Pencemaran air yang telah dibahas. Guru meminta siswa untuk mempelajari konsep penggunaan penjernih air lebih dalam lagi. 	

PENUTUP	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru memberikan hadiah kepada siswa yang dapat menjawab pertanyaan dengan baik. ▪ Guru memberikan soal <i>pos-test</i> dan angket kolaborasi kepada peserta didik ▪ Guru menginformasikan materi dan tugas yang akan dipelajari pada pembelajaran berikutnya ▪ Guru dan siswa bersama-sama berdoa untuk menutup pembelajaran 	10 menit

V. ASESMEN/PENILAIAN

A. Penilaian Sikap

Indikator:

- a. Mendengarkan penjelasan guru dengan baik
- b. Mengajukan pertanyaan dengan baik
- c. Merefleksi pemikirannya sendiri
- d. Kejujuran dalam mengerjakan tugas dan soal
- e. Bersikap santun

Skor	Deskripsi
5	Jika peserta didik menunjukkan 5 indikator tersebut
4	Jika peserta didik menunjukkan 4 dari 5 indikator tersebut
3	Jika peserta didik menunjukkan 3 dari 5 indikator tersebut
2	Jika peserta didik menunjukkan 2 dari 5 indikator tersebut

B. Penilaian LKPD

Skor	Deskripsi
5	Jika jawaban sangat tepat
4	Jika jawaban sedikit kurang tepat
2	Jika jawaban kurang tepat
1	Jika jawaban salah
0	Tidak ada tulisan (jawaban)

Konversi skor menjadi puluhan:

$$(score/5) \times 100 = \text{Nilai}$$

C. Penilaian diskusi kelompok

Indikator:

- a. Partisipasi anggota kelompok minimal 80%

- b. Semua anggota kelompok berpartisipasi dalam memecahkan masalah
 c. Ketertiban dalam melakukan diskusi baik

Score	Deskripsi
3	Tiga indikator terpenuhi
2	Dua dari tiga indikator terpenuhi
1	Satu dari tiga indikator terpenuhi
0	Tidak ada indikator yang terpenuhi

$$(\text{score}/4) \times 100 = \text{nilai}$$

D. Penilaian presentasi

Indikator:

- a. Partisipasi anggota kelompok minimal 100%
 b. Ketepatan penjelasan mengenai pembuatan tape singkong
 c. Ketertiban presentasi baik
 d. Menarik perhatian audience

Score	Deskripsi
4	Empat indikator terpenuhi
3	Tiga dari empat indikator terpenuhi
2	Dua dari empat indikator terpenuhi
1	Satu dari empat indikator terpenuhi
0	Tidak ada indikator yang terpenuhi

$$(\text{score}/4) \times 100 = \text{nilai}$$

VI. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

Pertemuan Pertama

- Guru mengajak peserta didik dalam kelompok kecil untuk merancang sebuah proyek sederhana alat penjernih air yang dimulai dengan mengobservasi tentang perubahan perubahan lingkungan khususnya pencemaran air yang terjadi di daerah setempat.
- Perhatikan bagaimana proses peserta didik merancang kegiatan sehingga dimensi kreatif, mandiri, bergotong royong dan berpikir kritis dapat terbentuk.

VII. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

Pertemuan Pertama

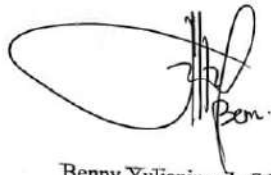
- Ajaklah peserta didik untuk merefeksi hal-hal telah dipahami dan yang belum dipahami pada pertemuan ini.

Pertemuan Kedua

- Guru mengajak peserta didik untuk berdiskusi hal-hal apa yang telah dipelajari, hal-hal apa yang masih belum dipahami pada pertemuan ini.
- Guru menekankan pada peserta didik manfaat belajar pada sub bab ini.

Jember, 30 April 2025

Guru Mata Pelajaran Biologi



Benny Yulianingsih, S.Si., M.Pd
NIP. 198207102000902

Peneliti



Nadya Efelin Al Prasa
NIM. 210210103110

Mengetahui,

Kepala Sekolah SMA Negeri Pakusari



Sandi Suwandi, S.Pd

NIP. 1975072620000121004

Lampiran 2.LKPD

Lampiran 3. 1 LKPD Kelas Kontrol

Nama Kelompok : 3	Kelas : X-1
1. M. Reza efendi (23)	Mata pelajaran: Biologi
2. Radianto (07)	Fase/Semester : E/2
3. Adi Jaya (01)	Materi : Pencemaran Air
4. Firman Maulana (12)	
5. Anisa Afrilia Hidayatullah (05)	
6.	

68

Lembar Kerja Peserta Didik

A. Petunjuk Pengerjaan

1. Isilah identitas kelompok yang telah disediakan
2. Kerjakan dan jawablah soal yang terdapat pada LKPD sesuai dengan petunjuk yang telah disajikan
3. Presentasikan ke depan kelas, kemudian kumpulkan LKPD kepada guru pengajar

B. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu terkait pemahaman pencemaran air pada perubahan lingkungan.

C. Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menganalisis permasalahan pencemaran air setelah melihat dan mengamati video dengan benar
2. Peserta didik dapat menganalisis penyebab pencemaran air setelah melihat dan mengamati video dengan benar
3. Peserta didik dapat memberikan argumentasi terkait solusi pencemaran air setelah melihat dan mengamati video dengan benar

Perhatikan vidio dan baca artikel berikut!



Scan Here!

Sungai di Kota Magelang mendadak Berbusa, Ribuan ikan Budidaya, Warga Mati

MAGELANG, KOMPAS.com – Warga diresahkan dengan limbah mirip busa sabun yang mencemari Sungai Gandekan di Kampung Tidar Campur, Kelurahan Tidar Selatan, Kecamatan Magelang Selatan, Kota Magelang, Jawa Tengah. Video limbah itu beredar di media sosial sejak Kamis (14/7/2022) malam. Sungai kecil di tengah pemukiman warga itu masih dipenuhi busa putih yang mengalir hingga ke hilir. Tampak sejumlah ikan dan belut mati di pinggir sungai.

Waluyo (58), warga setempat, mengatakan limbah itu muncul sejak Kamis sore. Warga yang memiliki kolam ikan langsung bereaksi karena banyak ikan mati, dan melapor ke kelurahan. Menurutnya, kejadian serupa pernah terjadi sebelumnya, tetapi kali ini lebih parah.

Lurah Tidar Selatan, Tenny Lis Mulyadi, menyebut limbah kimia diduga berasal dari pabrik sabun. Akibatnya, aliran sungai sepanjang ratusan meter itu berbusa dan berubah warna, menyebabkan ikan dan organisme sungai mati. Sungai Gandekan adalah satu-satunya sumber air budidaya ikan di kelurahan tersebut.

Kawasan Tidar Selatan merupakan basis perikanan dan pertanian. Banyak warga berprofesi sebagai petani atau peternak ikan, baik yang tergabung dalam kelompok binaan Dinas Pertanian dan Pangan maupun pribadi. Tidak hanya kolam ikan, pemancingan warga juga terdampak.

Laporan ikan mati terus bertambah di Tidar Selatan dan Tidar Utara. Pihak kelurahan masih mendata jumlah kolam dan usaha yang terdampak, bekerja sama dengan Dinas Lingkungan Hidup dan lainnya. Dugaan sementara, pasokan air yang tercemar berasal dari Sungai Gandekan, namun titik sumbernya belum diketahui.

Ketua RW 07 Kampung Tidar Krajan, Tidar Utara, Towil (66), menyatakan pencemaran sungai juga berdampak di Tidar Utara. Hampir semua kolam ikan dan pemancingan dikosongkan, dan aliran sungai diputus agar sawah tidak tercemar. Ikan-ikan yang mati tidak dijual karena dikhawatirkan masih mengandung bahan kimia.

Sumber : <http://surl.li/ikpwp>

LATIHAN SOAL

Setelah menonton dan membaca artikel di atas, jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Apa yang menyebabkan peristiwa tersebut dapat terjadi?

30

Peristiwa tersebut terjadi karena adanya limbah yang menyerupai busa sabun yang mencemari sungai. Sungai yang masih di penuhi busa putih mengalir sepanjang aliran sungai. Di duga limbah kimia itu berasal dari pabrik sabun, yang mengakibatkan aliran sungai sepanjang ratusan meter itu berbusa dan berubah keruh. menyebabkan ikan dan organisme sungai mati.

2. Apakah aktivitas manusia, seperti mencuci di sungai, berkontribusi terhadap matinya ikan di perairan? Jelaskan!

15

Iya, karena aktivitas mencuci di sungai mencemari air dengan bahan kimia dari sabun, merusak kualitas air, dan menyebabkan kematian ikan. → karena dapat mengurangi kadar oksigen terlarut

3. Bagaimana dampak kejadian tersebut terhadap lingkungan dan makhluk hidup di sekitarnya?

15

Ujadian pencemaran menyebabkan ribuan ikan mati, air sungai tercemar busa kimia. Ekosistem rusak

4. Rumusan masalah apa yang dapat disusun berdasarkan peristiwa tersebut?

Coba penyebab, dampak, dan solusi dari pencemaran air di Sungai Gedogan?

Apakah
bagaimana
mengapa

5. Solusi apa saja yang dapat dilakukan agar dapat mengatasi permasalahan tersebut?

Solusi: melarang ^{kontribusi} membuang di sungai, menyediakan tempat khusus, memberi sanksi, edukasi warga, dan rutin membersihkan sungai?

Nama Kelompok : 4

1. Camelia (08)

2. OVM (25)

3. Sabit (28)

4. qfin (2)

5. Virgi (11)

6.

Kelas : X-1

Mata pelajaran: Biologi

Fase/Semester : E/2

Materi : Pencemaran Air

57

Lembar Kerja Peserta Didik

A. Petunjuk Pengerjaan

1. Isilah identitas kelompok yang telah disediakan
2. Kerjakan dan jawablah soal yang terdapat pada LKPD sesuai dengan petunjuk yang telah disajikan
3. Presentasikan ke depan kelas, kemudian kumpulkan LKPD kepada guru pengajar

B. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu terkait pemahaman pencemaran air pada perubahan lingkungan.

C. Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menganalisis permasalahan pencemaran air setelah melihat dan mengamati video dengan benar
2. Peserta didik dapat menganalisis penyebab pencemaran air setelah melihat dan mengamati video dengan benar
3. Peserta didik dapat memberikan argumentasi terkait solusi pencemaran air setelah melihat dan mengamati video dengan benar

Perhatikan vidio dan baca artikel berikut!



Scan Here!

Sungai di Kota Magelang mendadak Berbusa, Ribuan ikan Budidaya, Warga Mati

MAGELANG, KOMPAS.com – Warga diresahkan dengan limbah mirip busa sabun yang mencemari Sungai Gandekan di Kampung Tidar Campur, Kelurahan Tidar Selatan, Kecamatan Magelang Selatan, Kota Magelang, Jawa Tengah. Video limbah itu beredar di media sosial sejak Kamis (14/7/2022) malam. Sungai kecil di tengah pemukiman warga itu masih dipenuhi busa putih yang mengalir hingga ke hilir. Tampak sejumlah ikan dan belut mati di pinggir sungai.

Waluyo (58), warga setempat, mengatakan limbah itu muncul sejak Kamis sore. Warga yang memiliki kolam ikan langsung bereaksi karena banyak ikan mati, dan melapor ke kelurahan. Menurutnya, kejadian serupa pernah terjadi sebelumnya, tetapi kali ini lebih parah.

Lurah Tidar Selatan, Tenny Lis Mulyadi, menyebut limbah kimia diduga berasal dari pabrik sabun. Akibatnya, aliran sungai sepanjang ratusan meter itu berbusa dan berubah warna, menyebabkan ikan dan organisme sungai mati. Sungai Gandekan adalah satu-satunya sumber air budidaya ikan di kelurahan tersebut.

Kawasan Tidar Selatan merupakan basis perikanan dan pertanian. Banyak warga berprofesi sebagai petani atau peternak ikan, baik yang tergabung dalam kelompok binaan Dinas Pertanian dan Pangan maupun pribadi. Tidak hanya kolam ikan, pemancingan warga juga terdampak.

Laporan ikan mati terus bertambah di Tidar Selatan dan Tidar Utara. Pihak kelurahan masih mendata jumlah kolam dan usaha yang terdampak, bekerja sama dengan Dinas Lingkungan Hidup dan lainnya. Dugaan sementara, pasokan air yang tercemar berasal dari Sungai Gandekan, namun titik sumbernya belum diketahui.

Ketua RW 07 Kampung Tidar Krajan, Tidar Utara, Towil (66), menyatakan pencemaran sungai juga berdampak di Tidar Utara. Hampir semua kolam ikan dan pemancingan dikosongkan, dan aliran sungai diputus agar sawah tidak tercemar. Ikan-ikan yang mati tidak dijual karena dikhawatirkan masih mengandung bahan kimia.

Sumber : <http://surl.li/ikpwp>

LATIHAN SOAL

Setelah menonton dan membaca artikel di atas, jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Apa yang menyebabkan peristiwa tersebut dapat terjadi?

Peristiwa pencemaran Sungai di kota Magelang terjadi karena adanya limbah mirip busa sabun yang mencemari sungai gambakan limbah ini di duga berasal dari pabrik sabun, seperti yang disebutkan oleh lurah tidak selatan tenny lis mulyadi, akibatnya air sungai dipenuhi busa putih dan berubah warna menyebabkan ribuan ikan dan belut mati.

✓ mengandung apa?

2. Apakah aktivitas manusia, seperti mencuci di sungai, berkontribusi terhadap matinya ikan di perairan? Jelaskan!

Ya. karena Bahan kimia dari detergen, perubahan pH air dan penurunan kualitas Air, mengurangi kadar oksigen terlarut

3. Bagaimana dampak kejadian tersebut terhadap lingkungan dan makhluk hidup di sekitarnya?

Secara keseluruhan, kejadian ini menimbulkan terusakan Ekosistem terganggu ekonomi, dan Ancaman kesehatan bagi makhluk hidup di sekitar Sungai. ini menunjukkan betapa pentingnya menjaga lingkungan dari pencemaran limbah.

Air tidak layak digunakan

4. Rumususan masalah apa yang dapat disusun berdasarkan peristiwa tersebut?

Bagaimana peran dan tanggung jawab pemerintah serta masyarakat dalam menangani pencemaran sungai tersebut?

5. Solusi apa saja yang dapat dilakukan agar dapat mengatasi permasalahan tersebut?

- melakukan audit lingkungan terhadap industri di sekitar aliran sungai
- industri diwajibkan memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang berfungsi baik.

Nama Kelompok : (5)

1. Ahmad Ambiago
2. Masamatul Muinah
3. Muhammad Ferdiansyah
4. Muhammad Prayoga R.
5. Raudatul Sannah
6. Vinda Dwiyuniar P

Kelas : X.1

Mata pelajaran: Biologi

Fase/Semester : E/2

Materi : Pencemaran Air

60

Lembar Kerja Peserta Didik

A. Petunjuk Pengerjaan

1. Isilah identitas kelompok yang telah disediakan
2. Kerjakan dan jawablah soal yang terdapat pada LKPD sesuai dengan petunjuk yang telah disajikan
3. Presentasikan ke depan kelas, kemudian kumpulkan LKPD kepada guru pengajar

B. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu terkait pemahaman pencemaran air pada perubahan lingkungan.

C. Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menganalisis permasalahan pencemaran air setelah melihat dan mengamati video dengan benar
2. Peserta didik dapat menganalisis penyebab pencemaran air setelah melihat dan mengamati video dengan benar
3. Peserta didik dapat memberikan argumentasi terkait solusi pencemaran air setelah melihat dan mengamati video dengan benar

Pernantikan video dan gambar...



Scan Here!

Sungai di Kota Magelang mendadak Berbusa, Ribuan ikan Budidaya, Warga Mati

MAGELANG, KOMPAS.com – Warga diresahkan dengan limbah mirip busa sabun yang mencemari Sungai Gandekan di Kampung Tidar Campur, Kelurahan Tidar Selatan, Kecamatan Magelang Selatan, Kota Magelang, Jawa Tengah. Video limbah itu beredar di media sosial sejak Kamis (14/7/2022) malam. Sungai kecil di tengah pemukiman warga itu masih dipenuhi busa putih yang mengalir hingga ke hilir. Tampak sejumlah ikan dan belut mati di pinggir sungai.

Waluyo (58), warga setempat, mengatakan limbah itu muncul sejak Kamis sore. Warga yang memiliki kolam ikan langsung bereaksi karena banyak ikan mati, dan melapor ke kelurahan. Menurutnya, kejadian serupa pernah terjadi sebelumnya, tetapi kali ini lebih parah.

Lurah Tidar Selatan, Tenny Lis Mulyadi, menyebut limbah kimia diduga berasal dari pabrik sabun. Akibatnya, aliran sungai sepanjang ratusan meter itu berbusa dan berubah warna, menyebabkan ikan dan organisme sungai mati. Sungai Gandekan adalah satu-satunya sumber air budidaya ikan di kelurahan tersebut.

Kawasan Tidar Selatan merupakan basis perikanan dan pertanian. Banyak warga berprofesi sebagai petani atau peternak ikan, baik yang tergabung dalam kelompok binaan Dinas Pertanian dan Pangan maupun pribadi. Tidak hanya kolam ikan, pemancingan warga juga terdampak.

Laporan ikan mati terus bertambah di Tidar Selatan dan Tidar Utara. Pihak kelurahan masih mendata jumlah kolam dan usaha yang terdampak, bekerja sama dengan Dinas Lingkungan Hidup dan lainnya. Dugaan sementara, pasokan air yang tercemar berasal dari Sungai Gandekan, namun titik sumbernya belum diketahui.

Ketua RW 07 Kampung Tidar Krajan, Tidar Utara, Towil (66), menyatakan pencemaran sungai juga berdampak di Tidar Utara. Hampir semua kolam ikan dan pemancingan dikosongkan, dan aliran sungai diputus agar sawah tidak tercemar. Ikan-ikan yang mati tidak dijual karena dikhawatirkan masih mengandung bahan kimia.

Sumber : <http://surl.li/ikpwp>

Setelah menonton dan membaca artikel di atas, jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Apa yang menyebabkan peristiwa tersebut dapat terjadi?

13
Limbah kimia yang diduga berasal dari pabrik sabun. Limbah tidak
didaur ulang dengan baik dan langsung dibuang ke sungai.

2. Apakah aktivitas manusia, seperti mencuci di sungai, berkontribusi terhadap matinya ikan di perairan? Jelaskan!

5
Ya, aktivitas manusia seperti mencuci di sungai dapat menyebabkan matinya ikan di perairan. Hal ini terjadi karena deterjen yg digunakan mengandung bahan kimia seperti fosfat dan surfaktan yg mencemari air. Zat-zat ini bisa menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air, meracuni ikan secara langsung, serta menyebabkan pertumbuhan alga beracun (eutrofikasi) yg makin memperah keturungan oksigen. Akibatnya ikan sulit bernapas dan akhirnya mati.

3. Bagaimana dampak kejadian tersebut terhadap lingkungan dan makhluk hidup di sekitarnya?

dampaknya sungai jadi kotor, dan tercemar. Penurunan air dan banyak ikan yang mati karena kekurangan oksigen dan sulit bernapas, sungai jadi bau dan rusak makhluk hidup di sekitarnya juga ikut mati. Ekosistem rusak

4. Rumusan masalah apa yang dapat disusun berdasarkan peristiwa tersebut?

- Upaya Mitigasi ?
- Dampak Pembuangan Limbah Sabun ?
- Hubungan dengan Ekosistem ?
- Pentingnya Pemantauan ?
- Apa penyebab utama penamaran Sungai Gundukan di kota Magelang ?
- Bagaimana dampak
- Apa solusi


5. Solusi apa saja yang dapat dilakukan agar dapat mengatasi permasalahan tersebut?

- tidak membuang sampah sembarangan, Edukasi masyarakat
- Pengolahan limbah yg efektif sebelum dibuang ke sungai, serta pengurangan bahan-bahan yg lebih ramah lingkungan.
- Perbaikan dan pengawasan IPAL agar limbah tidak mencemari sungai

Lampiran 3. 2 Kelas Eksperimen

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

ALAT PENJERNIH AIR



Nama : ..Kelompok 1 (X.8).....

Sekolah : ..SMAN Pitukusari.....

90

Mata Pelajaran	: Biologi
Jenjang / Kelas	: SMA / X
Alokasi Waktu	: 3 x 45 menit
Tahun Pelajaran	: 2025/2026
Materi Pembelajaran	: Perubahan lingkungan (pencemaran air)

Kompetensi Inti :

Peserta didik mampu menghasilkan rekayasa teknologi tepat guna melalui identifikasi dan rekonstruksi desain produk dan menjelaskan keterkaitan teori, perakitan, dan teknik dalam proses produksi. Pada kompetensi inti ini, peserta didik mampu memberikan penilaian produk berdasarkan fungsi dan manfaat secara tertulis dan lisan.

Indikator Pencapaian :

1. Siswa mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air
2. Siswa dapat mengidentifikasi parameter kualitas air yang penting, seperti fisik (kekeruhan)
3. Siswa mampu merancang alat penjernih air menggunakan bahan-bahan sederhana yang telah ditentukan
4. Siswa dapat menjelaskan fungsi masing-masing komponen alat penjernih air yang mereka rancang
5. Siswa melakukan pengujian terhadap alat penjernih air yang mereka buat
6. Siswa dapat mengukur perubahan dalam kualitas air sebelum dan sesudah melewati alat penjernih yang mereka buat

Tujuan Pembelajaran :

1. Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran air melalui observasi gambar serta video dan dapat menyebutkan minimal tiga dampak utama dari penyebab pencemaran air dengan benar
2. Peserta didik dapat melakukan eksperimen sederhana untuk menguji kualitas air yang tercemar dengan menggunakan parameter fisik serta mencatat hasil tingkat kekeruhan air dengan tepat
3. Peserta didik dapat menjelaskan berbagai metode penjernihan air menggunakan konsep filtrasi dan mempresentasikan hasil metode tersebut di depan kelas dengan tepat

4. Peserta didik dapat merancang dan membuat alat penjernih air sederhana menggunakan bahan alami seperti batu kerikil, batu kecil, sabut kelapa, lapas dengan efektivitas minimal 75% dalam meningkatkan kejernihan air
5. Peserta didik menganalisis dan membandingkan teknologi penjernihan air tradisional dan modern dengan mencari dari berbagai sumber dan mempresentasikan temuannya dengan argument yang logis
6. Peserta didik dapat menguji dan mengevaluasi efektivitas alat penjernih air yang telah dibuat dengan membandingkan hasil sebelum dan sesudah filtrasi serta menyusun laporan hasil dengan kesimpulan yang valid

Model Pembelajaran	: Model Pembelajaran 6E
Jenis Asesmen	: Presentasi, Produk, Tertulis
Media Pembelajaran	: LKPD, laptop, proyektor, video, barang yang mudah ditemukan (untuk membuat alat penjernih air)

CONTOH PENCEMARAN AIR



Apa yang kamu lihat pada gambar?

Apakah kamu pernah melihat air seperti itu di lingkungan mu?

Apa yang menyebabkan airnya berwarna seperti itu?

Apa solusi agar airnya menjadi berwarna jernih?

PENILAIAN

A. Merancang Alat Penjernih Air

Ide atau Gagasan

1. Nama produk: Alat penjernih air
2. Alasan membuat produk tersebut (sesuai dengan permasalahan air, bahan, dan kebutuhan alat serta air)

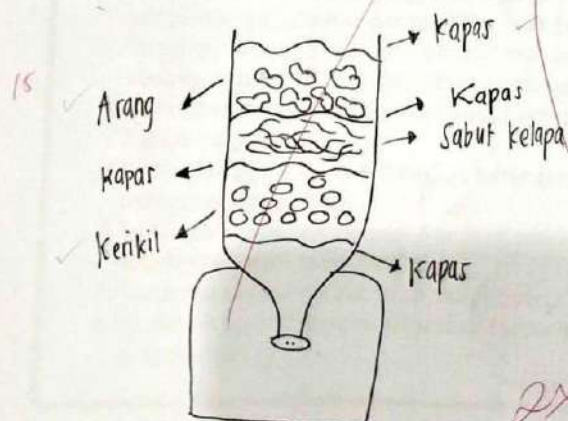
Rencana Bahan dan Peralatan yang Digunakan

1. Bahan: Kapas, Kerikil, arang, Sabut kelapa, air tercemar
2. Peralatan: Gunting, botol 1 liter,

Rencana Langkah-Langkah Pembuatan Alat Penjernih Air

1. Gunting botol aqua 1 liter menjadi 2
2. Masukkan kapas ke botol aqua yang telah digunting
3. Masukkan kerikil
4. Masukkan sabut kelapa
5. Masukkan arang
6. Masukkan lagi kapas dan yang terakhir
7. Masukkan air yg tercemar

• Sketsa dan Desain Alat Penjernih Air



25 *perguruan*

B. Praktikum

Buatlah alat penjernih (filter) air yang tersusun dari 4 bahan alami yang mudah ditemukan! Kreasikan sesuai dengan imajinasi Anda sehingga dapat menghasilkan filter air yang menghasilkan air jernih!

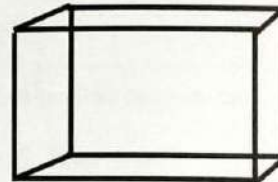
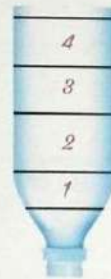
Alat dan Bahan:

Wajib:

- Botol air minum 1 liter
- Tadah air (potongan botol air mineral)
- Gunting

Bahan Filter:

- pori-pori besar= batu kerikil, batu bata
- pori-pori sedang= sabut kelapa, serat jerami, ijuk, pasir, pasir silika
- pori-pori kecil= kapas, kain kasa, spons
- absorben= arang



Langkah-langkah

1. Tentukan bahan-bahan yang akan digunakan dari alternatif filter yang tersedia bersama dengan kelompok Anda! Bahan penyusunan harus terdiri dari 1 dari filter berpori-pori besar, 1 dari pori-pori sedang, 1 dari pori-pori kecil, dan 1 bahan dari absorben.
2. Diskusikan dengan teman sekelompok terkait dengan penyusunan bahan-bahan!.
3. Potonglah botol menjadi 2 bagian, lubangi tutup botol dengan menggunakan gunting.
4. Susun bahan-bahan menjadi 4 lapisan sesuai dengan kesepakatan kelompok. Tekan-tekan bahan!.
5. Tempatkan tadah air di bawah mulut botol.
6. Uji alat dengan cara menuangkan air tercemar / kotor di atas botol yang terbalik.

B. Kualitas Air

1. Bagaimana air hasil dari penyaringan alat penjernih air yang telah Anda buat?

Kurang cukup bening

2. Apakah air hasil penyaringan menjadi bening?

cukup bening

3. Apakah air hasil penyaringan tidak berbau?

tidak

4. Apakah Anda ingin mengganti bahan atau langkah-langkah penyusunan? Jika iya, bagaimana Anda akan menggantinya?

iya. Kita akan mengganti bahannya dengan pasir silika karna jika memakai Serabut kelapa hasil penyaringan air kurang cukup bening

C. Pengujian Alat

Nama siswa:

Kelas:

Nama produk / alat:

Fungsi / manfaat:

• Komponen

1. Bahan

- Apakah bahan yang digunakan terdapat di rumah dan sekitar Anda?
- Apakah bahan yang digunakan sesuai perencanaan?

2. Alat-alat

- Apakah alat yang digunakan yang terdapat di rumah?
- Apakah alat yang digunakan sesuai perencanaan?

3. Langkah-langkah dan teknik

- Apakah langkah-langkah yang dilakukan sesuai perencanaan?
- Apakah metode dan tekniknya sesuai dengan perencanaan?

4. Produk alat penjernih air

- Apakah produk alat penjernih air yang dihasilkan sesuai dengan perencanaan khususnya sketsa / desain?
- Apakah produk alat penjernih air tersebut dalam penggunaannya dapat berpindah-pindah?

5. Fungsi Alat

- Apakah air yang keruh setelah menggunakan alat penjernih air ini menjadi jernih? jelaskan!
- Apakah alat penjernih air tersebut dapat digunakan secara berulang-ulang dan dalam jangka waktu yang panjang?
- Apakah alat penjernih air tersebut mudah dibersihkan ketika sisa penyaringan menutupi pori-pori penyaringan?

Jelaskan faktor kegagalan + berapa x mengulang filtrasi

Berikan jawaban disertai penjelasannya!

- ya
 - ya
- ya
 - ya
- ya
 - ya
- ya
 - ya

5) a. ya, karena sudah terdapat filteran berupa: kapas, ~~5~~ kintil, serabut kelapa, dan arang.

2 b. Tidak, karena setelah di pakai beza berulang-ulang bahan yang terdapat pada filteran semakin lama akan semakin kotor tidak dapat digunakan secara berulang-ulang.

d. karena dalam filteran yang sudah kita buat tidak terdapat pasir sehingga kurang memaksimalkan air tersebut bersih. Kita mengulang filteran tersebut 2 x

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

ALAT PENJERNIH AIR



Nama : Kelompok 2 (x.8)

Sekolah : SMAN pakusari .

95
-

PENILAIAN

A. Merancang Alat Penjernih Air

Ide atau Gagasan

1. Nama produk: Filter Air Penjernih
2. Alasan membuat produk tersebut (sesuai dengan permasalahan air, bahan, dan kebutuhan alat serta air)

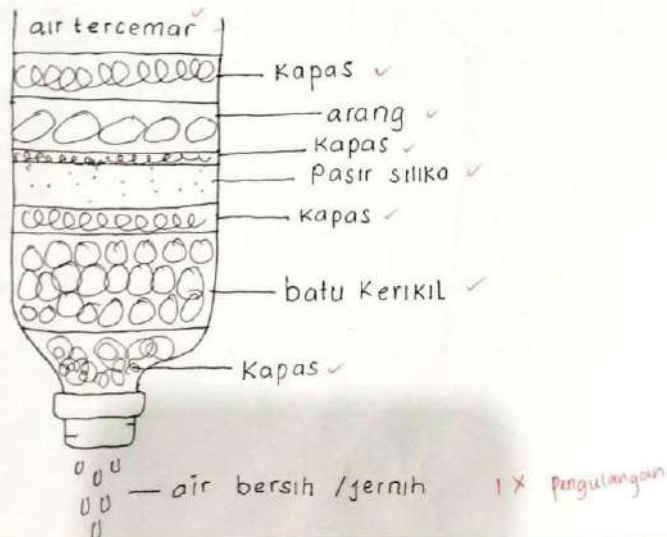
Rencana Bahan dan Peralatan yang Digunakan

1. Bahan: Batu kerikil (pori-pori besar), pasir silika (pori-pori sedang), Kapas (pori-pori kecil), Arang, dan air tercemar.
2. Peralatan: Botol air minum 1 liter, tadah air (potongan botol air), dan gunting.

Rencana Langkah-Langkah Pembuatan Alat Penjernih Air

1. Potonglah botol menjadi 2 bagian, lalu lubangi tutup botol dengan gunting.
2. Susunlah bahan-bahan menjadi 4 bagian, lalu setiap bahan di tekan-tekan.
3. Tempatkan tadah air di bawah mulut botol.
4. Uji alat dengan cara menuangkan air tercemar di atas botol yang terbalik.
5.
6.
7.

25 • Sketsa dan Desain Alat Penjernih Air



B. Kualitas Air

20

1. Bagaimana air hasil dari penyaringan alat penjernih air yang telah Anda buat?

Air menjadi Jernih karena telah melalui proses filtrasi buatan yang telah kami rancang dengan bahan yang ada di sekitar rumah.

2. Apakah air hasil penyaringan menjadi bening?

Iya, Menjadi Jernih karena Filter air

3. Apakah air hasil penyaringan tidak berbau?

Tidak, berbau karena telah melewati Proses Filter air

4. Apakah Anda ingin mengganti bahan atau langkah-langkah penyusunan?

Jika iya, bagaimana Anda akan menggantinya?
Tidak karena alat penjernih kami sudah sesuai dan tidak mengalami kegagalan.

C. Pengujian Alat

Nama siswa: Kelompok 2

Kelas: X.8

Nama produk / alat: Filter air

Fungsi / manfaat: Untuk menjernihkan air

• Komponen

1. Bahan

- 2 a. Apakah bahan yang digunakan terdapat di rumah dan sekitar Anda?
b. Apakah bahan yang digunakan sesuai perencanaan?

2. Alat-alat

- 2 a. Apakah alat yang digunakan yang terdapat di rumah?
b. Apakah alat yang digunakan sesuai perencanaan?

3. Langkah-langkah dan teknik

- a. Apakah langkah-langkah yang dilakukan sesuai perencanaan?
b. Apakah metode dan tekniknya sesuai dengan perencanaan?

4. Produk alat penjernih air

- a. Apakah produk alat penjernih air yang dihasilkan sesuai dengan perencanaan khususnya sketsa / desain?
b. Apakah produk alat penjernih air tersebut dalam penggunaannya dapat berpindah-pindah?

5. Fungsi Alat

- 2 a. Apakah air yang keruh setelah menggunakan alat penjernih air ini menjadi jernih? jelaskan!
b. Apakah alat penjernih air tersebut dapat digunakan secara berulang-ulang dan dalam jangka waktu yang panjang?
c. Apakah alat penjernih air tersebut mudah dibersihkan ketika sisa penyaringan menutupi pori-pori penyaringan?

Berikan jawaban disertai penjelasannya!

1) a) Iya, kerikil, kapas, pasir dan arang terdapat di sekitar rumah dan mudah dicari.

b) Ya, botol air, kapas, kerikil, pasir, arang.

2) Ya, bunting, cutter.

b) Ya, bunting.

3) Iya, 1) Potong botol, susun bahan menjadi 4 lapisan.

b) Iya.

1. Iya sesuai

b)

5. Iya menjadi jernih karena sudah di proses melalui filtrasi buatan yang dimana bahan-bahan yang berada di dalam filtrasi tersebut dapat menyaring kotoran-kotoran dan terbuahi dengan hasil air yang bersih.


b) Jika kapasitas diganti maka bidirectional berulang

Lampiran 4. Soal Pretest
Lampiran 4. 1 Soal Pretest Kelas Kontrol

<h1>ESSAY</h1> <h2>Pretest</h2>	name: <u>Adi Jaya</u>
	Class: <u>X.1</u> No.abs: <u>01</u> Alokasi waktu : 5 menit

A. Tujuan Pembelajaran
Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran air melalui observasi gambar secara mendalam dan kritis dengan mempelajari materi dan mengerjakan soal pretests.

Peningkatan Pencemaran Air akibat Banjir Musiman di Kota Bandung

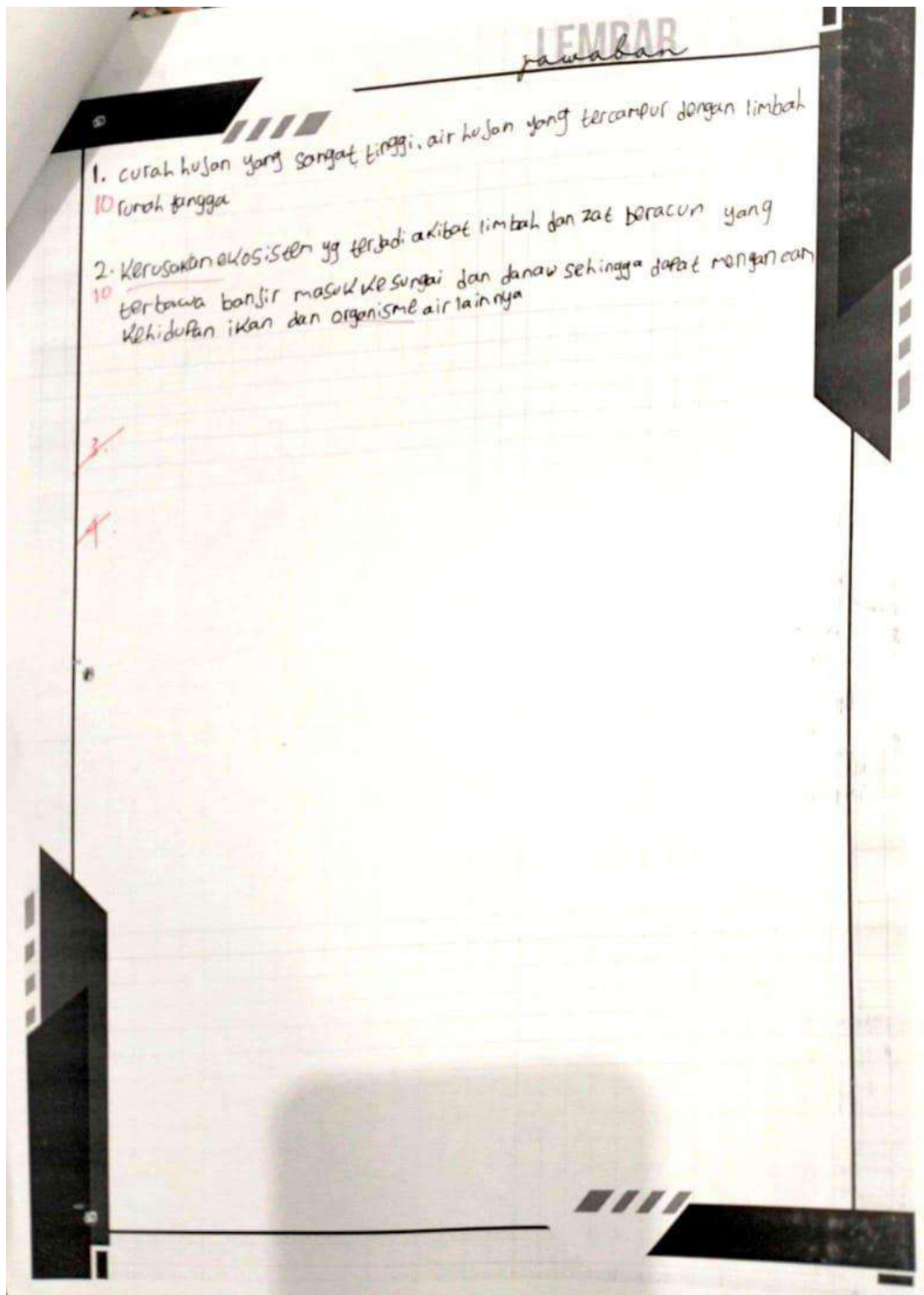


Saat musim hujan, beberapa wilayah di Kota Bandung mengalami banjir akibat dari curah hujan yang sangat tinggi. Selain menimbulkan kerusakan infrastruktur dan mengganggu aktivitas masyarakat, banjir juga menyebabkan pencemaran air yang signifikan. Air hujan yang bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik, serta limbah industri menyebabkan perubahan warna dan bau air yang menggenang. Dampak yang terjadi dari pencemaran air akibat banjir ini yaitu krisis air bersih dimana banyak sumur warga tercemar yang menyebabkan kesulitan mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Penyebaran penyakit yakni air banjir yang kotor meningkatkan risiko penyakit seperti diare, leptospirosis, kolera, dan infeksi kulit. Kerusakan ekosistem yang terjadi akibat limbah dan zat beracun yang terbawa banjir masuk ke Sungai dan danau sehingga dapat mengancam kehidupan ikan dan organisme air lainnya.

Pemerintah setempat telah menerapkan beberapa kebijakan, seperti perbaikan drainase, pembangunan waduk untuk menampung air hujan, dan edukasi masyarakat tentang kebersihan lingkungan. Namun, pencemaran air akibat banjir tetap menjadi masalah tahunan yang belum terselesaikan secara efektif.

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan pemahaman dan pengetahuanmu!

1. Apa saja penyebab utama pencemaran air akibat banjir di Kota Bandung dan mengapa kualitas air tanah di daerah perkotaan sering menurun setelah banjir besar?
2. Bagaimana pencemaran air akibat banjir dapat mempengaruhi rantai makanan di ekosistem perairan?
3. Mengapa membangun terlalu banyak gedung dan jalan bisa menyebabkan banjir dan pencemaran air di Kota Bandung?
4. Rancanglah sistem filtrasi air (Penjernihan air) sederhana dan jelaskan bahan, cara kerja dan efektivitasnya!



ESSAY

Pretest

name: *APM Latia Pratama*

Class: *X¹*
 No.abs: *02*
 Alokasi waktu : 5 menit

30

A. Tujuan Pembelajaran

Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran air melalui observasi gambar secara mendalam dan kritis dengan mempelajari materi dan mengerjakan soal pretests.

Peningkatan Pencemaran Air akibat Banjir Musiman di Kota Bandung



Saat musim hujan, beberapa wilayah di Kota Bandung mengalami banjir akibat dari curah hujan yang sangat tinggi. Selain menimbulkan kerusakan infrastruktur dan mengganggu aktivitas masyarakat, banjir juga menyebabkan pencemaran air yang signifikan. Air hujan yang bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik, serta limbah industri menyebabkan perubahan warna dan bau air yang menggenang. Dampak yang terjadi dari pencemaran air akibat banjir ini yaitu krisis air bersih dimana banyak sumur warga tercemar yang menyebabkan kesulitan mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Penyebaran penyakit yakni air banjir yang kotor meningkatkan risiko penyakit seperti diare, leptospirosis, kolera, dan infeksi kulit. Kerusakan ekosistem yang terjadi akibat limbah dan zat beracun yang terbawa banjir masuk ke Sungai dan danau sehingga dapat mengancam kehidupan ikan dan organisme air lainnya.

Pemerintah setempat telah menerapkan beberapa kebijakan, seperti perbaikan drainase, pembangunan waduk untuk menampung air hujan, dan edukasi masyarakat tentang kebersihan lingkungan. Namun, pencemaran air akibat banjir tetap menjadi masalah tahunan yang belum terselaikan secara efektif.

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan pemahaman dan pengetahuanmu!

1. Apa saja penyebab utama pencemaran air akibat banjir di Kota Bandung dan mengapa kualitas air tanah di daerah perkotaan sering menurun setelah banjir besar?
2. Bagaimana pencemaran air akibat banjir dapat mempengaruhi rantai makanan di ekosistem perairan?
3. Mengapa membangun terlalu banyak gedung dan jalan bisa menyebabkan banjir dan pencemaran air di Kota Bandung?
4. Rancanglah sistem filtrasi air (Penjernih air) sederhana dan jelaskan bahan, cara kerja dan efektivitasnya!

LEMBAR jawaban

1. air hujan yg bercampur dengan Limbah dengan rumah tangga
2. Sampah plastik serta limbah industri menyebabkan perubahan warna dan bau air yg menggenang.
3. Dampak kerusakan Ekosistem perairan seperti drato
4. karena Pohon-pohon yg menyerap air diganti dengan gading sehin...

~~9.~~
~~8.~~

Lampiran 4. 2 Soal Pretest Kelas Eksperimen


ESSAY
Pretest

name: Shesilyatul + Irsanah

Class:
No.abs: 32
Alokasi waktu : 5 menit

A. Tujuan Pembelajaran
Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran air melalui observasi gambar secara mendalam dan kritis dengan mempelajari materi dan mengerjakan soal pretests.

Peningkatan Pencemaran Air akibat Banjir Musiman di Kota Bandung

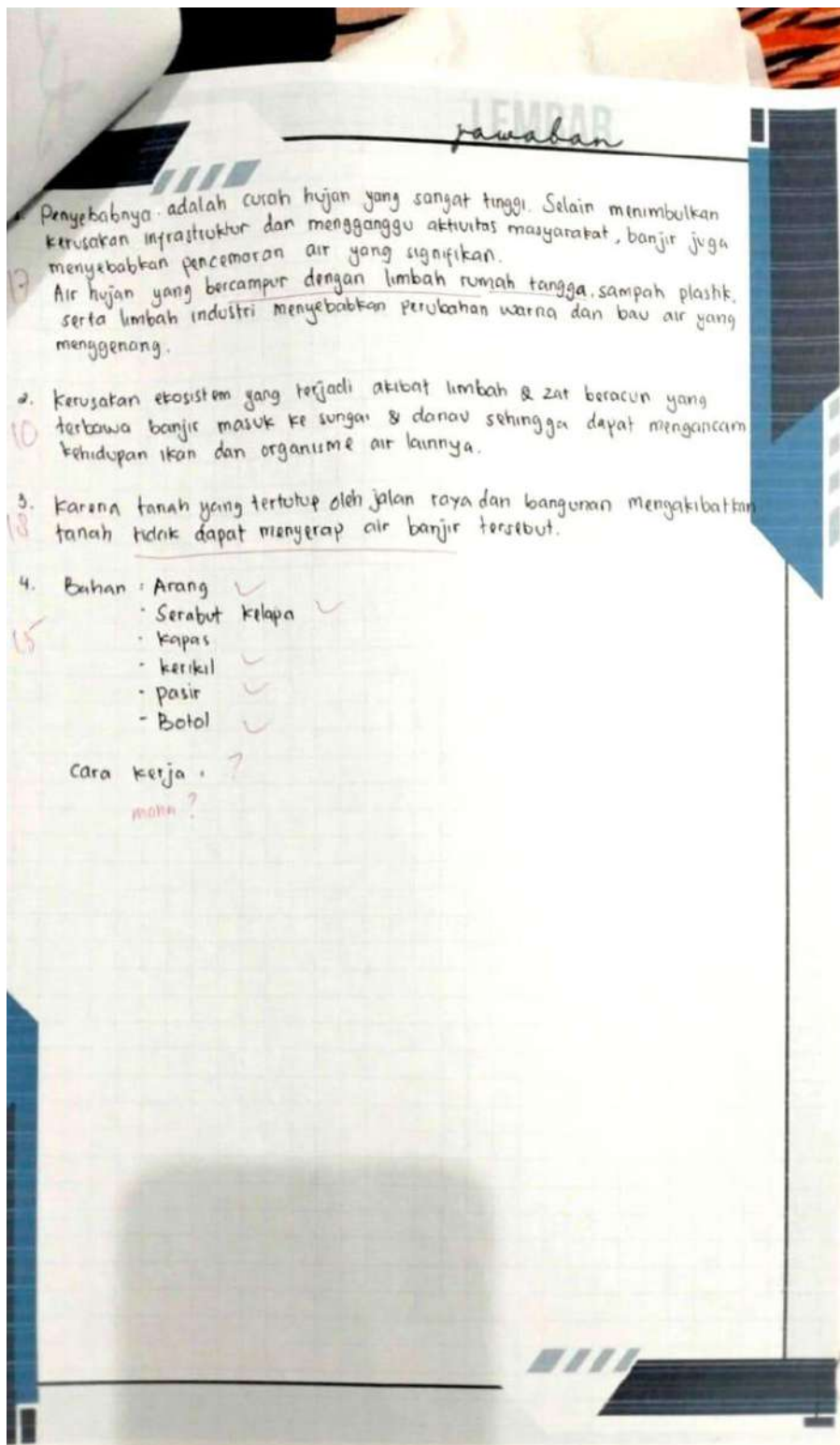


Saat musim hujan, beberapa wilayah di Kota Bandung mengalami banjir akibat dari curah hujan yang sangat tinggi. Selain menimbulkan kerusakan infrastruktur dan mengganggu aktivitas masyarakat, banjir juga menyebabkan pencemaran air yang signifikan. Air hujan yang bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik, serta limbah industri menyebabkan perubahan warna dan bau air yang menggenang. Dampak yang terjadi dari pencemaran air akibat banjir ini yaitu krisis air bersih dimana banyak sumur warga tercemar yang menyebabkan kesulitan mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Penyebaran penyakit yakni air banjir yang kotor meningkatkan risiko penyakit seperti diare, leptospirosis, kolera, dan infeksi kulit. Kerusakan ekosistem yang terjadi akibat limbah dan zat beracun yang terbawa banjir masuk ke Sungai dan danau sehingga dapat mengancam kehidupan ikan dan organisme air lainnya.

Pemerintah setempat telah menerapkan beberapa kebijakan, seperti perbaikan drainase, pembangunan waduk untuk menampung air hujan, dan edukasi masyarakat tentang kebersihan lingkungan. Namun, pencemaran air akibat banjir tetap menjadi masalah tahunan yang belum terselaiakan secara efektif.

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan pemahaman dan pengetahuanmu!

1. Apa saja penyebab utama pencemaran air akibat banjir di Kota Bandung dan mengapa kualitas air tanah di daerah perkotaan sering menurun setelah banjir besar?
2. Bagaimana pencemaran air akibat banjir dapat mempengaruhi rantai makanan di ekosistem perairan?
3. Mengapa membangun terlalu banyak gedung dan jalan bisa menyebabkan banjir dan pencemaran air di Kota Bandung?
4. Rancanglah sistem filtrasi air (Penjernih air) sederhana dan jelaskan bahan, cara kerja dan efektivitasnya!




ESSAY
Pretest

name: Zahrotul Aini

Class:
No.abs: 37 66
Alokasi waktu : 5 menit

A. Tujuan Pembelajaran
Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran air melalui observasi gambar secara mendalam dan kritis dengan mempelajari materi dan mengerjakan soal pretests.

Peningkatan Pencemaran Air akibat Banjir Musiman di Kota Bandung



Saat musim hujan, beberapa wilayah di Kota Bandung mengalami banjir akibat dari curah hujan yang sangat tinggi. Selain menimbulkan kerusakan infrastruktur dan mengganggu aktivitas masyarakat, banjir juga menyebabkan pencemaran air yang signifikan. Air hujan yang bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik, serta limbah industri menyebabkan perubahan warna dan bau air yang menggenang. Dampak yang terjadi dari pencemaran air akibat banjir ini yaitu krisis air bersih dimana banyak sumur warga tercemar yang menyebabkan kesulitan mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Penyebaran penyakit yakni air banjir yang kotor meningkatkan risiko penyakit seperti diare, leptospirosis, kolera, dan infeksi kulit. Kerusakan ekosistem yang terjadi akibat limbah dan zat beracun yang terbawa banjir masuk ke Sungai dan danau sehingga dapat mengancam kehidupan ikan dan organisme air lainnya.

Pemerintah setempat telah menerapkan beberapa kebijakan, seperti perbaikan drainase, pembangunan waduk untuk menampung air hujan, dan edukasi masyarakat tentang kebersihan lingkungan. Namun, pencemaran air akibat banjir tetap menjadi masalah tahunan yang belum terselesaikan secara efektif.

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan pemahaman dan pengetahuanmu!

1. Apa saja penyebab utama pencemaran air akibat banjir di Kota Bandung dan mengapa kualitas air tanah di daerah perkotaan sering menurun setelah banjir besar?
2. Bagaimana pencemaran air akibat banjir dapat mempengaruhi rantai makanan di ekosistem perairan?
3. Mengapa membangun terlalu banyak gedung dan jalan bisa menyebabkan banjir dan pencemaran air di Kota Bandung?
4. Rancanglah sistem filtrasi air (Penjernihan air) sederhana dan jelaskan bahan, cara kerja dan efektivitasnya!

jawaban

- 1.) Akibat curah hujan yang tinggi menyebabkan banjir dan air bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik dan juga limbah industri yang menyebabkan perubahan warna dan bau pada air yang menggenang.
- 2.) Dampak pencemaran air yaitu adalah krisis air sehingga kesulitan menemukan air bersih. kurangnya air menyebabkan banyak penyakit. Pencemaran air akan mengganggu ekosistem perairan karena air yang kotor tidak dapat di huni oleh hewan air sehingga banyak yg mati dan rantai makanan akan terputus atau aka putus hewannya. dan juga air yang kotor sulit untuk ditumbuhi.
- 3- karena tidak banyak pohon atau tumbuhan yang berfungsi menyaring air agar bersih. tumbuhan sangat dibutuhkan jika tidak ada tumbuhan akibat banyak gelung maka akan sering terjadi banjir dan air akan kotor.

Tumbuhan sehingga hewan di air akan kekurangan oksigen.

4. kita dapat menggunakan penyaring air dari jerami limbah perikanan.

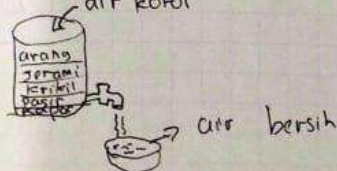
Bahan: Jerami, Srabut, batu, pasir, arang, wadah, air kotor
 kapas.

Cara kerjanya: - bahan di letakkan dalam wadah
 - Susun semua bahan arang, jerami, kritil, pasir, kapas.

terus apa lagi?

atau bisa juga menggunakan jerami, arang, dan kapas saja untuk menyaring air

air ^{kotor} dituang pada bahan yang sudah di tumpuk / disusun nah air akan mengalir dan menjadi bersih *supaya apa?*



Lampiran 5. Soal Postest
Lampiran 5. 1 Soal Postest kelas Kontrol

ESSAY

Postest


name: *firs, prasetyo*

Class: *X1*
 No.abs: *11*
 Alokasi waktu : 5 menit

56.

A. Tujuan Pembelajaran
Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran air melalui observasi gambar secara mendalam dan kritis dengan mempelajari materi dan mengerjakan soal pretests.

Peningkatan Pencemaran Air akibat Banjir Musiman di Kota Bandung



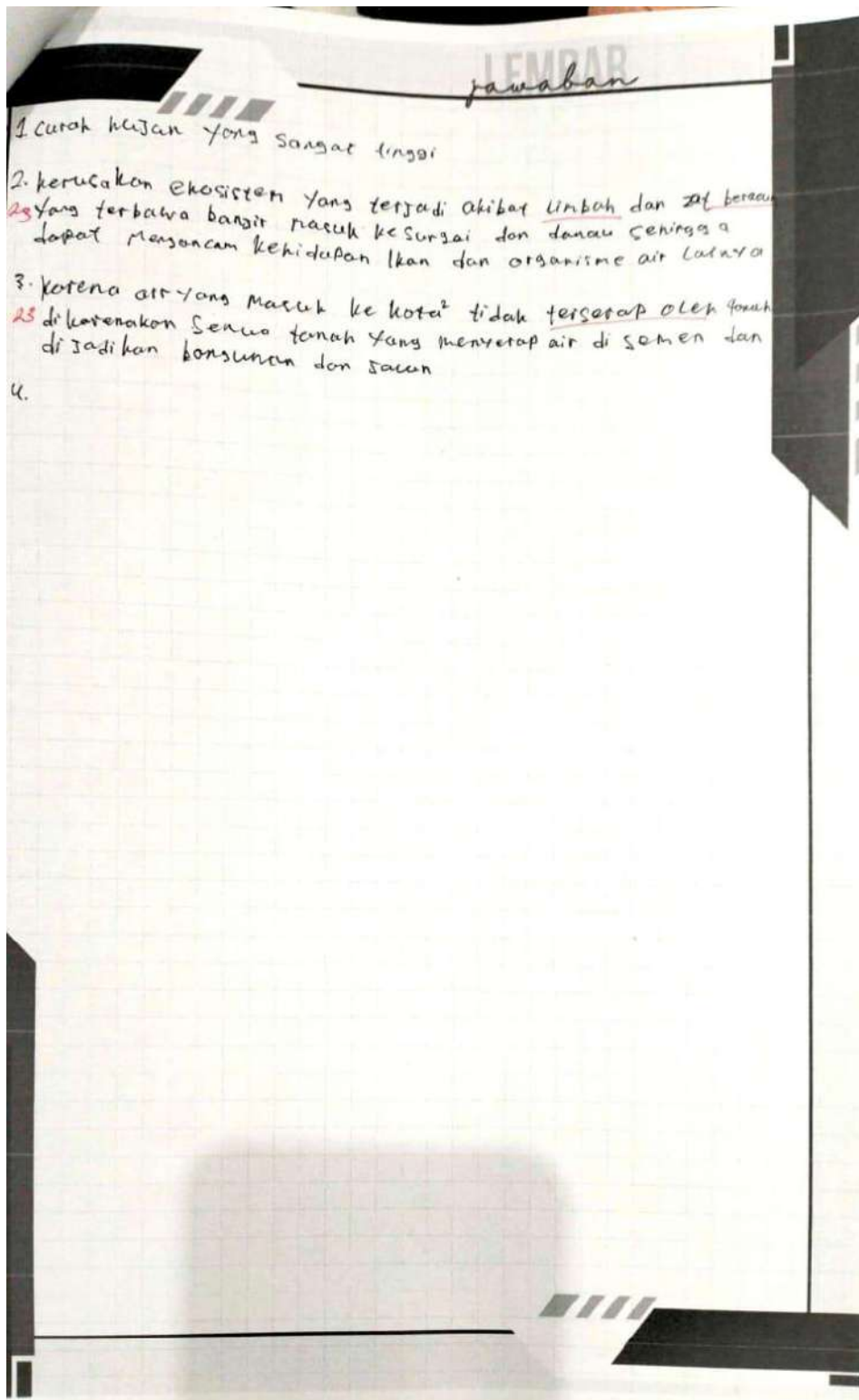
Saat musim hujan, beberapa wilayah di Kota Bandung mengalami banjir akibat dari curah hujan yang sangat tinggi. Selain menimbulkan kerusakan infrastruktur dan mengganggu aktivitas masyarakat, banjir juga menyebabkan pencemaran air yang signifikan. Air hujan yang bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik, serta limbah industri menyebabkan perubahan warna dan bau air yang menggenang. Dampak yang terjadi dari pencemaran air akibat banjir ini yaitu krisis air bersih dimana banyak sumur warga tercemar yang menyebabkan kesulitan mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Penyebaran penyakit yakni air banjir yang kotor meningkatkan risiko penyakit seperti diare, leptospirosis, kolera, dan infeksi kulit. Kerusakan ekosistem yang terjadi akibat limbah dan zat beracun yang terbawa banjir masuk ke Sungai dan danau sehingga dapat mengancam kehidupan ikan dan organisme air lainnya.

Pemerintah setempat telah menerapkan beberapa kebijakan, seperti perbaikan drainase, pembangunan waduk untuk menampung air hujan, dan edukasi masyarakat tentang kebersihan lingkungan. Namun, pencemaran air akibat banjir tetap menjadi masalah tahunan yang belum terselesaikan secara efektif.

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan pemahaman dan pengetahuanmu!

1. Sebutkan faktor-faktor utama penyebab pencemaran air akibat banjir di kota Bandung!
2. Jelaskan bagaimana pencemaran air akibat banjir dapat mempengaruhi rantai makanan di ekosistem perairan?
3. Mengapa pembangunan gedung dan jalan yang berlebihan bisa menyebabkan terjadinya banjir dan pencemaran air di Kota Bandung?
4. Buatlah rancangan sistem filtrasi air (Penjernihan air) sederhana dan jelaskan bahan yang digunakan, cara kerja serta efektivitasnya!

CS Agenda dengan CamScanner



ESSAY
Posttest


name: *Hevy Hijrot*

Class: *X 1*
No.abs: *13*
Alokasi waktu : 5 menit

42

A. Tujuan Pembelajaran
Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran air melalui observasi gambar secara mendalam dan kritis dengan mempelajari materi dan mengerjakan soal pretests.

Peningkatan Pencemaran Air akibat Banjir Musiman di Kota Bandung



Saat musim hujan, beberapa wilayah di Kota Bandung mengalami banjir akibat dari curah hujan yang sangat tinggi. Selain menimbulkan kerusakan infrastruktur dan mengganggu aktivitas masyarakat, banjir juga menyebabkan pencemaran air yang signifikan. Air hujan yang bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik, serta limbah industri menyebabkan perubahan warna dan bau air yang menggenang. Dampak yang terjadi dari pencemaran air akibat banjir ini yaitu krisis air bersih dimana banyak sumur warga tercemar yang menyebabkan kesulitan mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Penyebaran penyakit yakni air banjir yang kotor meningkatkan risiko penyakit seperti diare, leptospirosis, kolera, dan infeksi kulit. Kerusakan ekosistem yang terjadi akibat limbah dan zat beracun yang terbawa banjir masuk ke Sungai dan danau sehingga dapat mengancam kehidupan ikan dan organisme air lainnya.

Pemerintah setempat telah menerapkan beberapa kebijakan, seperti perbaikan drainase, pembangunan waduk untuk menampung air hujan, dan edukasi masyarakat tentang kebersihan lingkungan. Namun, pencemaran air akibat banjir tetap menjadi masalah tahunan yang belum terselesaikan secara efektif.

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan pemahaman dan pengetahuanmu!

1. Sebutkan faktor-faktor utama penyebab pencemaran air akibat banjir di kota Bandung!
2. Jelaskan bagaimana pencemaran air akibat banjir dapat mempengaruhi rantai makanan di ekosistem perairan?
3. Mengapa pembangunan gedung dan jalan yang berlebihan bisa menyebabkan terjadinya banjir dan pencemaran air di Kota Bandung?
4. Buatlah rancangan sistem filtrasi air (Penjernihan air) sederhana dan jelaskan bahan yang digunakan, cara kerja serta efektivitasnya!

LEMBAR
jawaban

1. Akibat dari curah hujan yang sangat tinggi, selain menimbulkan kerusakan infrastruktur dan mengganggu aktivitas masyarakat, banjir juga menyebabkan pencemaran air yang signifikan.
2. Air hujan yang bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik, serta limbah industri menyebabkan perubahan warna dan bau air yang menggenang.
3. Karena tidak ada jalan air hingga mengakibatkan selokan tersumbat sampah.
4. Pemerintah setempat telah menerapkan beberapa kebijakan, seperti perbaikan drainase, pembangunan waduk untuk menampung air hujan, dan edukasi masyarakat tentang kebersihan lingkungan.

Lampiran 5. 2 Soal Postest Kelas Eksperimen

ESSAY

Postest


name: Isate Yusuf Chairul Anam

Class: 10 - 3
 No.abs: 30
 Alokasi waktu : 5 menit

98

A. Tujuan Pembelajaran
 Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran air melalui observasi gambar secara mendalam dan kritis dengan mempelajari materi dan mengerjakan soal pretests.

Peningkatan Pencemaran Air akibat Banjir Musiman di Kota Bandung




Saat musim hujan, beberapa wilayah di Kota Bandung mengalami banjir akibat dari curah hujan yang sangat tinggi. Selain menimbulkan kerusakan infrastruktur dan mengganggu aktivitas masyarakat, banjir juga menyebabkan pencemaran air yang signifikan. Air hujan yang bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik, serta limbah industri menyebabkan perubahan warna dan bau air yang menggenang. Dampak yang terjadi dari pencemaran air akibat banjir ini yaitu krisis air bersih dimana banyak sumur warga tercemar yang menyebabkan kesulitan mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Penyebaran penyakit yakni air banjir yang kotor meningkatkan risiko penyakit seperti diare, leptospirosis, kolera, dan infeksi kulit. Kerusakan ekosistem yang terjadi akibat limbah dan zat beracun yang terbawa banjir masuk ke Sungai dan danau sehingga dapat mengancam kehidupan ikan dan organisme air lainnya.

Pemerintah setempat telah menerapkan beberapa kebijakan, seperti perbaikan drainase, pembangunan waduk untuk menampung air hujan, dan edukasi masyarakat tentang kebersihan lingkungan. Namun, pencemaran air akibat banjir tetap menjadi masalah tahunan yang belum terselesaikan secara efektif.

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan pemahaman dan pengetahuanmu!

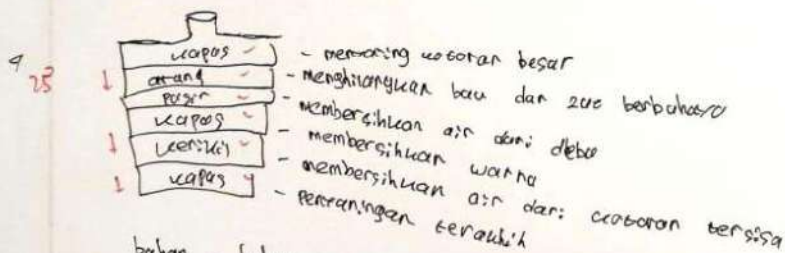
1. Sebutkan faktor-faktor utama penyebab pencemaran air akibat banjir di kota Bandung!
2. Jelaskan bagaimana pencemaran air akibat banjir dapat mempengaruhi rantai makanan di ekosistem perairan?
3. Mengapa pembangunan gedung dan jalan yang berlebihan bisa menyebabkan terjadinya banjir dan pencemaran air di Kota Bandung?
4. Buatlah rancangan sistem filtrasi air (Penjernih air) sederhana dan jelaskan bahan yang digunakan, cara kerja serta efektivitasnya!


 Dipindai dengan CamScanner

1.) pencemaran air diusia bendung disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, yang mengakibatkan rusaknya air yang mengakibatkan banjir. Banjir tersebut akan membawa sampah-sampah hingga membusa sungai, seluas yang tersumbat akan meluap ke jalan-jalan sekaligus membawa penyakit yang di dalam seluas itu luar bercampur dengan air banjir tersebut sehingga air akan tercemar oleh bakteri dan penyakit di seluas.

2.) pencemaran air dapat memengaruhi rantai makanan di perairan. Contohnya sungai ada sebuah sungai tercemar oleh zat-zat berbahaya yang mengakibatkan tidak adanya kehidupan di sungai tersebut. Karena hewan-hewan di sungai tersebut tidak akan bisa bertahan hidup lalu akan mati. Walaupun ada hewan yang bisa bertahan, ia akan kesulitan mencari makan, lalu berakhir mati atau mencari sungai baru yang tidak tercemar.

3.) pembangunan gedung akan memakan banyak lahan, sehingga tidak akan ada berundurannya daya resapan oleh tanah karena pohon-pohon di sekitar ditebang dan pembukaan lahan, sehingga ketika hujan turun air tidak akan diresap oleh tanah melainkan mengalir dan akan bercampur dengan penyakit yang menimbulkan pencemaran air.



bahan - bahan :- kapas
 - pasir
 - kerang
 - air
 - kerikil
 - pasir

ESSAY
Postest


name: Andre Ramodhan

Class: X-8
No abs: 07
Alokasi waktu : 5 menit

93

A. Tujuan Pembelajaran
Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran air melalui observasi gambar secara mendalam dan kritis dengan mempelajari materi dan mengerjakan soal pretests.

Peningkatan Pencemaran Air akibat Banjir Musiman di Kota Bandung



Saat musim hujan, beberapa wilayah di Kota Bandung mengalami banjir akibat dari curah hujan yang sangat tinggi. Selain menimbulkan kerusakan infrastruktur dan mengganggu aktivitas masyarakat, banjir juga menyebabkan pencemaran air yang signifikan. Air hujan yang bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik, serta limbah industri menyebabkan perubahan warna dan bau air yang menggenang. Dampak yang terjadi dari pencemaran air akibat banjir ini yaitu krisis air bersih dimana banyak sumur warga tercemar yang menyebabkan kesulitan mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Penyebaran penyakit yakni air banjir yang kotor meningkatkan risiko penyakit seperti diare, leptospirosis, kolera, dan infeksi kulit. Kerusakan ekosistem yang terjadi akibat limbah dan zat beracun yang terbawa banjir masuk ke Sungai dan danau sehingga dapat mengancam kehidupan ikan dan organisme air lainnya.

Pemerintah setempat telah menerapkan beberapa kebijakan, seperti perbaikan drainase, pembangunan waduk untuk menampung air hujan, dan edukasi masyarakat tentang kebersihan lingkungan. Namun, pencemaran air akibat banjir tetap menjadi masalah tahunan yang belum terselaikan secara efektif.

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan pemahaman dan pengetahuanmu!

1. Sebutkan faktor-faktor utama penyebab pencemaran air akibat banjir di kota Bandung!
2. Jelaskan bagaimana pencemaran air akibat banjir dapat mempengaruhi rantai makanan di ekosistem perairan?
3. Mengapa pembangunan gedung dan jalan yang berlebihan bisa menyebabkan terjadinya banjir dan pencemaran air di Kota Bandung?
4. Buatlah rancangan sistem filtrasi air (Penjernihan air) sederhana dan jelaskan bahan yang digunakan, cara kerja serta efektivitasnya!

jawaban

- ① Air hujan yang bercampur dengan limbah rumah tangga, sampah plastik, serta limbah industri
- ② kerusakan ekosistem akibat limbah dan zat beracun yang dibawa banjir masuk ke sungai dan danau sehingga merusak ekosistem dan rantai makanan di tempat itu
- ③ Tanah yang hampa bisa lagi menyerap air karena tertutup oleh perampasan selang dan jalan yg berlebihan



Lampiran 6. Angket
Lampiran 6. 1 Angket kelas Kontrol

ANGKET KOLABORASI SISWA

IDENTITAS PESERTA DIDIK

Nama : *Tara Alya Febranti*
 Kelas : *X.1*
 No. Absen : *33*
 No. Kelompok: *2*

PENGANTAR

1. Angket ini diedarkan kepada anda dengan maksud untuk mendapatkan informasi sehubungan dengan penelitian tentang kolaborasi siswa.
2. Partisipasi anda memberikan informasi sangat kami harapkan

PETUNJUK PENGISIAN

1. Sebelum mengisi pertanyaan, bacalah pertanyaan dengan cermat sebelum memberikan jawaban
2. Pilih dan centang (✓) jawaban yang paling sesuai dengan pengalaman dan pendapat anda
3. Jawaban yang diberikan harus jujur dan mencerminkan kondisi yang sebenarnya
4. Semua jawaban benar dan tidak ada yang salah, oleh karena itu jawablah semua pertanyaan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya
5. Pastikan semua pertanyaan dijawab tanpa ada yang terlewat
6. Setelah selesai, silahkan kumpulkan kepada guru yang bertugas

Kurang : 1 poin
 Cukup : 2 poin
 Baik : 3 poin
 Sangat Baik : 4 poin

No	Pertanyaan	Penilaian			
		K	C	B	SB
1.	Saya dan tim berdiskusi dengan baik sebelum memulai praktikum (alat penjernih air)			✓	
2.	Saya mendengarkan pendapat anggota lain dan mempertimbangkannya			✓	
3.	Jika ada anggota yang tidak aktif berbicara, kami mengajaknya untuk berpartisipasi				✓
4.	Tim saya membagi tugas secara adil dan sesuai kemampuan masing-masing			✓	
5.	Jika ada anggota yang mengalami kesulitan, kami bekerja sama untuk membantu			✓	
6.	Kami menyelesaikan tugas dengan efisien melalui kerja sama yang baik				✓
7.	Setiap anggota bertanggung jawab atas tugasnya dalam praktikum		✓		
8.	Jika ada anggota tidak menjalankan tugasnya, kami mendiskusikannya untuk mencari solusi			✓	

CS Dipindai dengan CamScanner

9.	Kami membagi hasil pekerjaan dengan adil, termasuk dalam pembuatan laporan			✓	
10.	Jika ada masalah teknis dalam praktikum, kami mencari solusinya bersama			✓	
11.	Jika terjadi perbedaan pendapat, kami berdiskusi untuk menemukan keputusan terbaik			✓	
12.	Kami mengevaluasi hasil praktikum untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi			✓	
SKOR		2	27	8	= 37

Lampiran 6. 2 Angket Kelas Eksperimen

ANGKET KOLABORASI SISWA

IDENTITAS PESERTA DIDIK

Nama : M. Ajathen Asyraf
 Kelas : X-8
 No. Absen : 23
 No. Kelompok : 6

PENGANTAR

1. Angket ini diedarkan kepada anda dengan maksud untuk mendapatkan informasi sehubungan dengan penelitian tentang kolaborasi siswa.
2. Partisipasi anda memberikan informasi sangat kami harapkan

PETUNJUK PENGISIAN

1. Sebelum mengisi pertanyaan, bacalah pertanyaan dengan cermat sebelum memberikan jawaban
2. Pilih dan centang (√) jawaban yang paling sesuai dengan pengalaman dan pendapat anda
3. Jawaban yang diberikan harus jujur dan mencerminkan kondisi yang sebenarnya
4. Semua jawaban benar dan tidak ada yang salah, oleh karena itu jawablah semua pertanyaan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya
5. Pastikan semua pertanyaan dijawab tanpa ada yang terlewat
6. Setelah selesai, silahkan kumpulkan kepada guru yang bertugas

Kurang : 1 poin
 Cukup : 2 poin
 Baik : 3 poin
 Sangat Baik : 4 poin

No	Pertanyaan	Penilaian			
		K	C	B	SB
1.	Saya dan tim berdiskusi dengan baik sebelum memulai praktikum (alat penjernih air)				√
2.	Saya mendengarkan pendapat anggota lain dan mempertimbangkannya				√
3.	Jika ada anggota yang tidak aktif berbicara, kami mengajaknya untuk berpartisipasi				√
4.	Tim saya membagi tugas secara adil dan sesuai kemampuan masing-masing				√
5.	Jika ada anggota yang mengalami kesulitan, kami bekerja sama untuk membantu				√
6.	Kami menyelesaikan tugas dengan efisien melalui kerja sama yang baik				√
7.	Setiap anggota bertanggung jawab atas tugasnya dalam praktikum				√
8.	Jika ada anggota tidak menjalankan tugasnya, kami mendiskusikannya untuk mencari solusi				√
9.	Kami membagi hasil pekerjaan dengan adil, termasuk dalam				√

	pembuatan laporan				
10.	Jika ada masalah teknis dalam praktikum, kami mencari solusinya bersama				✓
11.	Jika terjadi perbedaan pendapat, kami berdiskusi untuk menemukan keputusan terbaik				✓
12.	Kami mengevaluasi hasil praktikum untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi				✓
SKOR				43	

Lampiran 7. 1 Rubrik Keterampilan Kolaborasi

Aspek	1	2	3	4	Skor
Menghargai dan bekerja sama dengan orang lain	Anggota tidak mendengarkan pendapat orang lain dan tidak berpartisipasi dalam kerja kelompok	Anggota jarang (hanya 1 kali) mendengarkan pendapat orang lain dan jarang (hanya 1 kali) membantu orang lain karena kesulitan bekerja kelompok	Anggota sering (hanya 2 kali) mendengarkan pendapat orang lain dengan baik dan sering (hanya 2 kali) membantu orang lain, namun tidak memudahkan dalam kerja kelompok	Anggota sangat sering (lebih dari 2 kali) mendengarkan pendapat orang lain dengan baik dan sangat sering (lebih dari 2 kali) membantu orang lain sehingga memudahkan dalam kerja kelompok	1-4
Kontribusi	Anggota tidak memberi gagasan dan tidak ikut berpartisipasi	Anggota jarang (hanya 1 kali) memberi gagasan, namun sedikit (hanya 1 kali) berpartisipasi	Anggota sering (hanya 2 kali) memberi gagasan, namun tidak sering (hanya 2 kali) dalam berpartisipasi	Anggota sangat sering (lebih dari 2 kali) memberi gagasan yang menjadi acuan dalam diskusi. Dapat memimpin diskusi dan sering (lebih dari 2 kali) berpartisipasi	1-4
Manajemen waktu	Tidak mengerjakan tugas, sehingga menyebabkan kelompok	Tugas diselesaikan, namun terlambat > 3 menit dari waktu yang ditentukan	Tugas diselesaikan, namun terlambat ≤ 3 menit dari waktu yang ditentukan	Menyelesaikan tugas tepat waktu atau selesai sebelum waktu yang	1-4

	memperpanjang batas waktu pengerjaanya	sehingga menyebabkan kelompok memperpanjang batas waktu pengerjaanya	sehingga menyebabkan kelompok memperpanjang batas waktu pengerjaanya	ditentukan sehingga kelompok tidak memperpanjang batas waktu pengerjaanya	
Tanggung jawab	Anggota tidak dapat bertanggung jawab terhadap tugas yang diberikan	Kesulitan meminta anggota unruk mengerjakan tugasnya	Anggota mengerjakan Sebagian besar tugasnya	Anggota melakukan yang terbaik dan mengerjakan semua tugas yang diberikan	1-4

Lampiran 8. 1 Rubrik *Problem Solving*

Aspek	1	2	3	4	Skor
Memahami permasalahan	Tidak bisa menuliskan satupun masalah relevan, atau hanya menemukan satu tetapi itupun sebenarnya tidak bercirikan masalah	Hanya menuliskan 1 permasalahan yang relevan, dan bercirikan masalah (ada kesenjangan antara seharusnya dengan kenyataannya)	Mampu menuliskan lebih dari 1 permasalahan yang relevan, dan namun hanya 1 yang bercirikan masalah (ada kesenjangan antara seharusnya dengan kenyataannya)	Mampu menuliskan lebih dari 1 permasalahan yang relevan, dan bercirikan masalah (ada kesenjangan antara seharusnya dengan kenyataannya)	1-4
Menyusun rencana penyelesaian	Tidak mampu membuat rencana penyelesaian masalah yang menunjukkan variabel yang relevan.	Mampu membuat 1 rencana penyelesaian masalah yang menunjukkan 1 variabel yang relevan dengan masalahnya	Mampu membuat lebih dari 1 rencana penyelesaian masalah yang menunjukkan namun tidak menunjukkan variabel yang relevan dengan masalahnya.	Mampu membuat lebih dari 1 rencana penyelesaian masalah yang menunjukkan 1 atau lebih variabel yang relevan.	1-4
Melakukan rencana penyelesaian	Tidak mampu menuliskan dua atau lebih alternatif solusi atau cara pemecahan masalah	Mampu menuliskan hanya dua alternatif solusi atau cara pemecahan masalah	Mampu menuliskan hanya dua alternatif solusi atau cara pemecahan masalah dan kesemua	Mampu menuliskan dua atau lebih alternatif solusi atau cara pemecahan masalah dan	1-4

	yang kesemua relevan dengan tiap masalah yang akan dipecahkan	namun tidak semua relevan dengan tiap masalah yang akan dipecahkan.	relevan dengan tiap masalah yang akan dipecahkan.	kesemua relevan dengan tiap masalah yang akan dipecahkan	
Menyusun ulang prosedur dan hasil	Tidak mampu memilih atau menentukan satupun dari alternatif solusi, tidak memilih yang terbaik, tidak dengan alasan yang rasional	Mampu memilih atau menentukan satu dari alternatif solusi, yang tidak terbaik dan tidak dengan alasan yang rasional.	Mampu memilih atau menentukan satu dari alternatif solusi, yang terbaik, namun tidak dengan alasan yang rasional.	Mampu memilih atau menentukan satu dari alternatif solusi, yang terbaik, dengan alasan yang rasional	1-4

Lampiran 9. Penentuan Sampel

Lampiran 9. 1 Data Nilai Ulangan Materi Sebelumnya

No. Absen	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1.	91	76	84	75	91	74	60	77
2.	49	75	51	65	75	79	50	73
3.	83	78	34	70	80	72	80	53
4.	76	75	84	72	80	86	80	74
5.	72	77	87	70	76	74	40	75
6.	76	91	86	80	80	80	60	100
7.	55	76	35	70	76	78	70	72
8.	73	76	86	70	76	72	70	77
9.	79	75	80	70	85	77	40	74
10.	90	76	34	70	91	80	30	61
11.	70	76	65	70	80	72	60	87
12.	67	76	85	80	75	95	50	82
13.	70	76	34	40	80	85	80	83
14.	84	91	18	70	71	80	80	64
15.	78	76	67	70	80	74	50	89
16.	70	80	46	0	75	72	70	59
17.	80	89	67	70	91	80	50	80
18.	76	76	66	80	90	77	80	98
19.	85	90	83	80	75	85	60	63
20.	68	77	77	75	80	77	80	68
21.	72	76	81	75	71	72	50	75
22.	71	75	69	70	95	72	80	68
23.	60	76	88	75	80	80	70	57
24.	78	76	30	70	80	74	60	75
25.	78	75	84	80	76	77	100	62
26.	75	80	20	70	95	83	90	79
27.	73	76	88	80	71	89	70	64
28.	61	75	85	80	90	83	80	91
29.	71	75	87	72	80	72	90	65
30.	72	80	50	70	91	85	60	70
31.	67	76	85	75	95	84	70	83
32.	73	77	69	70	80	79	80	60
33.	79	80	77	70	75	79	60	77
34.	94	77	85	80	80	79	100	88
35.	77	90	86	-	91	72	80	56
36.	-	80	-	-	80	-	60	76
37.	-	-	-	-	-	-	-	77
38.	-	-	-	-	-	-	-	83
Rerata	74,08	79	67,22	70	82	79	68	74,07

Lampiran 9.2 SPSS Penentuan Kelas
Lampiran 9. 2Uji Normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelas X1	.131	35	.136	.967	35	.356
Kelas X8	.084	35	.200*	.977	35	.671

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

a. Lilliefors Significance Correction

9.2.2 Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

NilaiTerakhirKelas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.906	1	71	.172

Lampiran 10. Hasil *Problem Solving*
Lampiran 10. 1 Kelas Eksperimen

No	NIS	Nama Siswa	L/P	Pretest	Posttest
1.	4695	ACHMAD ARIEL AULIANDRA	L	65	76
2.	4696	ADITYA SIREGAR	L	49	65
3.	4697	AHMAD DZIKA ILZAMI	L	45	82
4.	4698	AHMAD SHALEH SHAFANY	L	56	80
5.	4699	AISYAH AINUN MARDIAH	P	43	71
6.	4700	ALIFANIA PUTRI PRATAMA	P	60	83
7.	4701	ANDRE RAMADHAN	L	60	93
8.	4702	ARINI ULFA CAMILIA	P	45	76
9.	4703	AURA ZAHRO	P	33	79
10.	4704	BEBUN SUSANTI	P	43	82
11.	4705	ESA RADITYA ARIFIN	P	65	88
12.	4706	FAIZATUL AZIZAH	P	70	90
13.	4707	FELISHA VERA NURRAHMATA PUTRI	P	45	65
14.	4708	HAMDI MIFTAHUR ARIFIN	L	38	73
15.	4709	HIMATUL MUFIDAH	P	50	78
16.	4710	JOJO SAPUTRA ALFIANSAH	L	45	80
17.	4711	KAILILA RATNA DWI LESTARI	P	44	80
18.	4712	MAULIDINA AULIANANDA BUDIYANTO	P	44	75
19.	4713	MELINDA SACHI KIRANA	P	41	70
20.	4714	MELKIYAH BILQIS	P	42	90
21.	4715	MOCH RAFELI UNTA	L	45	78
22.	4716	MOHAMMAD REYNALDI EKA PUTRA	L	43	75
23.	4717	MUHAMMAD AGATHAN ASHER	L	49	87
24.	4718	MUHAMMAD DWI ALFAN	L	40	45
25.	4719	MUHAMMAD FIKRI FAHRIANTO	L	43	91
26.	4720	NADIA INTAN RAHMAWATI	P	45	83
27.	4721	NASHIFA SALSABILA HASWA	P	45	97
28.	4722	NAVISATUL INAYAH	P	66	81
29.	4723	OLIVIA PARAMITA PUTRI	P	27	64
30.	4724	RAFIF YUSUF CHAIRUL ALAM	L	62	98
31.	4725	RAYHAN ZAKY HARTONO	L	52	78
32.	4726	SHEILYATUL HASANAH	P	60	87
33.	4727	SULFANIA RATUKA SUCI	P	45	68
34.	4728	SULFIA MAHARANI MAHBUB	P	55	85

35.	4729	ULANDARI	P	45	86
36.	4730	ZABRINA ZANETA ZAIN SUGIANTO	P	42	91
37.	4731	ZAHROTUL AINI	P	66	87
38.	4732	ZHIVA RIENDRIO ANGGARISTA	P	43	60

Lampiran 10. 2 Kelas Kontrol

No	NIS	Nama Siswa	P/L	Pretest	Postest
1.	4438	ADI JAYA	L	20	30
2.	4439	AFIN Satria PRATAMA	L	30	50
3.	4440	AHMAD AMBIAGO DIVEL NANDO	L	15	44
4.	4441	ANIS WARIDOTUL MUNIROH	P	45	56
5.	4442	ANISA AFRILIA HIDAYATULLAH	P	15	40
6.	4443	AP KRISNO LANGOWAN	L	25	35
7.	4444	BUDIANTO	L	35	40
8.	4445	CAMELIA FARADILA	P	15	43
9.	4446	DESTA CAHYA AGUSTIN	P	53	50
10.	4447	DWI AIRA HIKMAWATI	P	22	44
11.	4448	FIRGI PRASETYO	L	35	56
12.	4449	FIRMAN MAULANA	L	35	25
13.	4450	HEVY HIJRAH	P	47	42
14.	4451	IFRAIN LOKOBAL	L	28	42
15.	4452	KEYLLA ANGGELIKA RAHIM	P	40	44
16.	4453	MASAMATUL MUINAH	P	40	45
17.	4454	MUHAMMAD FERDIANSYAH	L	25	10
18.	4455	MUHAMMAD HAIKAL WIDAD NUR FATAH	L	35	44
19.	4457	MUHAMMAD KIA KENAZ	L	35	38
20.	4458	MUHAMMAD PRAYOGA RADITYA	L	15	44
21.	4459	MUHAMMAD RISKI MAULANA	L	70	78
22.	4460	MUHAMMAD YULIAN AKBAR	L	10	15
23.	4461	MUHAMMAD REZA EFENDI	L	35	32
24.	4462	NENENG KHOIRUN NISAK	P	35	22
25.	4463	OVINDA YUNIAR NUR FATHONAH	P	50	25
26.	4464	RAUDATUL JANNAH	P	35	57
27.	4465	ROHIM	L	15	44
28.	4466	SABILLAH ROBBY YAHYA	L	55	42
29.	4467	SEFIAH	P	30	58
30.	4468	SISKA DAMAYANTI	P	40	42
31.	4469	SITI FERA	P	0	25

32.	4470	SITI HALIMATUS SAKDIAH	P	27	30
33.	4471	TIARA ALYA FEBRIANTI	P	68	97
34.	4472	VINDA DWI YUNIAR PRIWIDARI	P	20	25
35.	4473	YUDHA ANGGARA	L	25	42

Lampiran 11. Hasil Kolaborasi Siswa
Lampiran 11. 1 Kelas Eksperimen

No	NIS	Nama Siswa	L/P	Pretest	Posttest
1.	4695	ACHMAD ARIEL AULIANDRA	L	31	40
2.	4696	ADITYA SIREGAR	L	38	43
3.	4697	AHMAD DZIKA ILZAMI	L	24	48
4.	4698	AHMAD SHALEH SHAFANY	L	20	40
5.	4699	AISYAH AINUN MARDIAH	P	30	47
6.	4700	ALIFANIA PUTRI PRATAMA	P	28	46
7.	4701	ANDRE RAMADHAN	L	37	44
8.	4702	ARINI ULFA CAMILIA	P	33	44
9.	4703	AURA ZAHRO	P	35	41
10.	4704	BEBUN SUSANTI	P	31	39
11.	4705	ESA RADITYA ARIFIN	P	25	44
12.	4706	FAIZATUL AZIZAH	P	29	46
13.	4707	FELISHA VERA NURRAHMATA PUTRI	P	28	39
14.	4708	HAMDI MIFTAHUR ARIFIN	L	28	46
15.	4709	HIMATUL MUFIDAH	P	29	48
16.	4710	JOJO SAPUTRA ALFIANSAH	L	28	47
17.	4711	KAILILA RATNA DWI LESTARI	P	38	47
18.	4712	MAULIDINA AULIANANDA BUDIYANTO	P	22	46
19.	4713	MELINDA SACHI KIRANA	P	27	37
20.	4714	MELKIYAH BILQIS	P	31	41
21.	4715	MOCH RAFELI UNTA	L	34	48
22.	4716	MOHAMMAD REYNALDI EKA PUTRA	L	28	39
23.	4717	MUHAMMAD AGATHAN ASHER	L	24	49
24.	4718	MUHAMMAD DWI ALFAN	L	22	34
25.	4719	MUHAMMAD FIKRI FAHRIANTO	L	27	44
26.	4720	NADIA INTAN RAHMAWATI	P	22	48
27.	4721	NASHIFA SALSABILA HASWA	P	27	48
28.	4722	NAVISATUL INAYAH	P	26	47
29.	4723	OLIVIA PARAMITA PUTRI	P	29	43
30.	4724	RAFIF YUSUF CHAIRUL ALAM	L	34	47
31.	4725	RAYHAN ZAKY HARTONO	L	25	46
32.	4726	SHESILYATUL HASANAH	P	29	37
33.	4727	SULFANIA RATUKA SUCI	P	34	46
34.	4728	SULFIA MAHARANI MAHBUB	P	28	45

35.	4729	ULANDARI	P	24	41
36.	4730	ZABRINA ZANETA ZAIN SUGIANTO	P	31	49
37.	4731	ZAHROTUL AINI	P	29	42
38.	4732	ZHIVA RIENDRIO ANGGARISTA	P	23	41

Lampiran 11. 2 Kelas Kontrol

No	NIS	Nama Siswa	P/L	Postest	Pretest
1.	4438	ADI JAYA	L	31	47
2.	4439	AFIN SATRIA PRATAMA	L	37	48
3.	4440	AHMAD AMBIAGO DIVEL NANDO	L	27	40
4.	4441	ANIS WARIDOTUL MUNIROH	P	28	32
5.	4442	ANISA AFRILIA HIDAYATULLAH	P	27	40
6.	4443	AP KRISNO LANGOWAN	L	27	47
7.	4444	BUDIANTO	L	31	35
8.	4445	CAMELIA FARADILA	P	32	30
9.	4446	DESTA CAHYA AGUSTIN	P	25	35
10.	4447	DWI AIRA HIKMAWATI	P	33	34
11.	4448	FIRGI PRASETYO	L	26	43
12.	4449	FIRMAN MAULANA	L	26	44
13.	4450	HEVY HIJRAH	P	34	37
14.	4451	IFRAIN LOKOBAL	L	27	42
15.	4452	KEYLLA ANGGELIKA RAHIM	P	30	27
16.	4453	MASAMATUL MUINAH	P	28	42
17.	4454	MUHAMMAD FERDIANSYAH	L	33	31
18.	4455	MUHAMMAD HAIKAL WIDAD NUR FATAH	L	37	47
19.	4457	MUHAMMAD KIA KENAZ	L	26	35
20.	4458	MUHAMMAD PRAYOGA RADITYA	L	29	36
21.	4459	MUHAMMAD RISKI MAULANA	L	25	46
22.	4460	MUHAMMAD YULIAN AKBAR	L	32	39
23.	4461	MUHAMMAD REZA EFENDI	L	32	36
24.	4462	NENENG KHOIRUN NISAK	P	31	27
25.	4463	OVINDA YUNIAR NUR FATHONAH	P	26	30
26.	4464	RAUDATUL JANNAH	P	27	28
27.	4465	ROHIM	L	26	25
28.	4466	SABILLAH ROBBY YAHYA	L	31	46
29.	4467	SEFIAH	P	31	33
30.	4468	SISKA DAMAYANTI	P	26	27

31.	4469	SITI FERA	P	30	27
32.	4470	SITI HALIMATUS SAKDIAH	P	35	38
33.	4471	TIARA ALYA FEBRIANTI	P	30	37
34.	4472	VINDA DWI YUNIAR PRIWIDARI	P	32	38
35.	4473	YUDHA ANGGARA	L	28	48

Lampiran 12. Hasil Analisis Data

Lampiran 12. 1 Uji Keterampilan *Problem Solving***1. Uji Normalitas**

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statisti	df	Sig.	Statisti	df	Sig.
	KELAS	c			c		
PRETEST	Kelas Eksperimen	.124	38	.145	.968	38	.339
	Kelas Kontrol	.092	35	.200*	.966	35	.334
POSTEST	Kelas Eksperimen	.102	38	.200*	.975	38	.528
	Kelas Kontrol	.127	35	.168	.964	35	.291

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

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji Homogenitas**Levene's Test of Equality of Error Variances^a**

Dependent Variable: Postest Problem Solving

F	df1	df2	Sig.
.196	1	71	.659

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

a. Design: Intercept + Preetest + Kelas

3. Uji ANCOVA**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Postest Problem Solving

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	32491.063 ^a	2	16245.531	32.492	.000	.481
Intercept	23306.131	1	23306.131	46.613	.000	.400
Preetest	1998.150	1	1998.150	3.996	.049	.054
Kelas	16488.741	1	16488.741	32.978	.000	.320
Error	34999.266	70	499.990			
Total	281115.000	73				
Corrected Total	67490.329	72				

a. R Squared = .481 (Adjusted R Squared = .467)

Lampiran 12. 2 Uji Keterampilan Kolaborasi Siswa

1. Uji Normalitas

		Tests of Normality						
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
		Statisti			Statisti			
		c	df	Sig.	c	df	Sig.	
Angket Sebelum Pembelajaran	Kelas Eksperimen	.126	38	.136	.969	38	.371	
	Kelas Kontrol	.110	35	.200*	.946	35	.087	
Angket Sesudah Pembelajaran	Kelas Eksperimen	.105	38	.200*	.948	38	.078	
	Kelas Kontrol	.100	35	.200*	.945	35	.077	

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

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji homogenitas**Levene's Test of Equality of Error Variances^a**

Dependent Variable: Angket Sesudah Pembelajaran

F	df1	df2	Sig.
1.862	1	71	.177

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

a. Design: Intercept + AngketSebelumPembelajaran + KELAS

3. Uji ANCOVA**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Angket Sesudah Pembelajaran

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	539.509 ^a	2	269.755	7.873	.001	.184
Intercept	1013.400	1	1013.400	29.576	.000	.297
AngketSebelumPembelajaran	149.061	1	149.061	4.350	.041	.059
KELAS	514.445	1	514.445	15.014	.000	.177
Error	2398.463	70	34.264			
Total	116481.000	73				
Corrected Total	2937.973	72				

a. R Squared = .184 (Adjusted R Squared = .160)

Lampiran 13. 1 Validasi Perangkat Pembelajaran

**LEMBAR VALIDASI AHLI
MODUL AJAR DAN LKPD**

**“Pengaruh Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM Terhadap Keterampilan
Problem Solving dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Materi
Pencemaran Air”**

A. Identitas Penguji

Nama : Ika Lita N
 NIP/NIDN : 198811102023212056
 Jabatan Struktural :
 Riwayat Pendidikan :

B. Tujuan

Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat dari Bapak/Ibu sebagai ahli untuk memvalidasi Modul Ajar Biologi dan LKPD Pengaruh Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Problem Solving dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Materi Pencemaran Air untuk keperluan penelitian. Penilaian dan saran dari Bapak/Ibu akan menjadi bukti validitas layak atau tidaknya modul ajar dan LKPD yang akan digunakan. Atas ketersediaan Bapak/Ibu mengisi lembar validasi ini, diucapkan terimakasih.

C. Petunjuk Pengisian

- Jawaban yang diberikan berupa skor dengan bobot penilaian.
 5 = Sangat Sesuai (SS)
 4 = Sesuai (S)
 3 = Cukup (C)
 2 = Kurang Sesuai (KS)
 1 = Tidak Sesuai (TS)
- Pemberian respon pada instrumen penilaian dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom skor penilaian yang telah disediakan.
- Komentar dituliskan pada lembar yang disediakan.
- Kesimpulan lembar yang disediakan diisi dengan memberikan tanda centang (✓) pada tempat yang telah disediakan.

D. Instrumen Penilaian

No.	Indikator	Skor				
		1 (Tidak sesuai)	2 (Kurang sesuai)	3 (Cukup)	4 (Sesuai)	5 (Sangat sesuai)
1.	A. Modul Ajar					
	-Terdapat struktur atau komponen					
	a. Informasi umum modul					✓
	b. Identitas Modul				✓	
	c. Kompetensi awal				✓	
	d. Dimensi profil pelajar Pancasila				✓	
	e. Media, sarana, dan prasarana				✓	
	f. Target peserta didik				✓	
	g. Capaian pembelajaran fase E				✓	
	h. Tujuan pembelajaran					✓
	i. Pemahaman bermakna				✓	
	j. Kegiatan pembelajaran				✓	
	k. Modul ajar sesuai dengan kurikulum merdeka					✓
2.	B. Lembar Kerja Peserta Didik					
	- Sesuai dengan materi dan media pembelajaran yang digunakan					✓
	- Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar					✓
	- Bahasa mudah dipahami				✓	

C. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian diatas, maka media ini (lingkari pilihan yang sesuai)

- a. Layak digunakan penelitian tanpa revisi
- b. Layak digunakan penelitian dengan revisi
- c. Tidak layak digunakan

Jember, 17 Februari 2025

Validator



(Ma Lu X)

LEMBAR VALIDASI SOAL PRE-TEST DAN POST-TEST

Nama Validator : *Ika Lia Novenda, S. Pd., M. Pd.*

Pekerjaan : *Dosen*

Instansi : *Universitas Jember*

Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap angket validitas *pretest* dan *posttest* pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *problem solving* dan kolaborasi siswa sekolah menengah atas pada materi pencemaran air yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

Petunjuk :

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada beberapa aspek yang telah tersedia dalam Lembar Validasi *Pretest* dan *Posttest* Pada Pengaruh Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM Terhadap Keterampilan *Problem Solving* dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Materi Pencemaran Air.
2. Penilaian dapat dilakukan dengan tanda checklist (✓) pada kolom penilaian di sebelah poin pernyataan yang diberikan. Makna angka penilaian tersebut adalah sebagai berikut.
 - 1 : Tidak Baik (TB)
 - 2 : Kurang Baik (KB)
 - 3 : Cukup Baik (C)
 - 4 : Baik (B)
 - 5 : Sangat Baik (SB)
3. Bapak/Ibu dapat memberikan kritik dan saran pada bagian akhir lembar validasi

No.	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN				
		1	2	3	4	5
1.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar				✓	
2.	Bahasa yang digunakan mudah untuk dipahami				✓	
3.	Soal sesuai dengan indikator yang harus dicapai			✓		
4.	Pokok masalah dirumuskan dengan jelas			✓		
5.	Alokasi waktu yang diberikan telah mencukupi				✓	
6.	Petunjuk pengerjaan soal jelas					✓

7.	Soal terdiri dari <i>Claim</i> , <i>data</i> , <i>warrant</i> , dan <i>backing</i>			✓	
8.	Soal tersusun dengan rapi				✓


	A	B	C	D	E
Penilaian Umum Lembar Validasi Soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> Pengaruh Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM Terhadap Keterampilan <i>Problem Solving</i> dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Materi Pencemaran Air.		✓			
Keterangan : a. Sangat siap digunakan tanpa revisi b. Dapat digunakan tanpa revisi kecil c. Boleh digunakan dengan revisi sedang d. Sebaiknya tidak digunakan, karena revisi besar e. Tidak dapat digunakan					

Saran-saran :

e soal no 2 dan no 3 perlu cek lagi karena kurang tepat

Jember, 17 Februari 2025

Validator


.....

LEMBAR VALIDASI ANKET PENGUKURAN KOLABORASI SISWA

Nama Validator : *Ika Lia Novenda, S.Pd., M. Pd.*

Pekerjaan : *Dosen*

Instansi : *Universitas Jember*

Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap angket pengukuran minat belajar pengaruh model pembelajaran 6E berbasis STEM terhadap keterampilan *Problem Solving* dan Kolaborasi Siswa sekolah menengah atas pada materi pencemaran air yang saya kembangkan. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

Petunjuk :

- Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada beberapa aspek yang telah tersedia dalam Lembar Validasi Angket Pengukuran Pengaruh Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Problem Solving dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Materi Perubahan Lingkungan.
- Penilaian dapat dilakukan dengan tanda checklist (✓) pada kolom penilaian di sebelah poin pernyataan yang diberikan. Makna angka penilaian tersebut adalah sebagai berikut.
 - Tidak Baik (TB)
 - Kurang Baik (KB)
 - Cukup Baik (CB)
 - Baik (B)
 - Sangat Baik (SB)
- Bapak/Ibu dapat memberikan kritik dan saran pada bagian akhir lembar validasi.

No.	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN				
		1	2	3	4	5
I	Kesesuaian Isi					
	1. Kesesuaian indikator dengan kisi-kisi					✓
II	Konstruksi					
	1. Kejelasan petunjuk cara melakukan pengisian angket					✓
	2. Kejelasan bukti pernyataan pada lembar angket				✓	
III	Kebahasaan					
	1. Penggunaan kaidah Bahasa Indonesia yang baik				✓	

2. Kemudahan pemahaman Bahasa yang digunakan										✓
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Penilaian Umum Lembar Validasi Angket Pengukuran Kolaborasi Siswa Pada Pengaruh Model Pembelajaran 6E Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Problem Solving dan Kolaborasi Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Materi Pencemaran Air	A	B	C	D	E
Keterangan : Ⓐ. Sangat siap digunakan tanpa revisi B. Dapat digunakan dengan revisi kecil C. Boleh digunakan dengan revisi sedang D. Sebaiknya tidak digunakan, karena revisi besar E. Tidak dapat digunakan	✓				

Saran-saran :

udah Ok

Jember, 17 Februari 2025

Validator

[Handwritten Signature]

 Ika Rizki

Lampiran 14. 1 Lembar Keterlaksanaan Penelitian

Lembar 12.2 Lembar Keterlaksanaan Sintaks Kelas Eksperimen

PERTEMUAN 1

**LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN
MODEL PEMBELAJARAN KELAS EKSPERIMEN**

Nama Sekolah : SMAN Pakusari
 Nama Guru : *Benny Yuhaningrb. S.Pd., M.Pd.*
 Kelas/Semester : X/2
 Mata Pelajaran : Biologi
 Tanggal : *24 April 2025*

Petunjuk

- Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian beberapa aspek keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model pembelajaran Konvensional.
- Penilaian dapat dilakukan dengan memberikan tanda check list (✓) pada kolom keterlaksanaan yan terletak di sebelah poin pernyataan yang diberikan. Keterangan tersebut dapat dinyatakan dengan pernyataan-pernyataan sebagai berikut:
 Ya : apabila terlaksana
 Tidak : apabila tidak terlaksana
- Bapak/Ibu dapat memberikan saran-saran pada bagian yang telah disediakan.

No	Aspek yang diamati	Terlaksana		Keterangan
		Ya	Tidak	
I.	<i>Pra - pemaparan</i>			
	Guru memberi salam	✓		
	Guru mengkondisikan siswa	✓		
	Guru melakukan doa bersama sebelum pelajaran	✓		
	Guru menanyakan kesiapan peserta didik terkait kebersihan kelas, kerapian kelas, kehadiran peserta didik dan materi sebelumnya	✓		
	Guru memberikan <i>pre-test</i> kepada siswa	✓		
	Guru memberikan pertanyaan pemantik	✓		
	Guru menyinggung pembelajaran sebelumnya yang kemudian dikaitkan dengan masalah perubahan lingkungan (pencemaran air)	✓		
	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	✓		

II. Engage			
Guru menampilkan gambar-gambar terkait fakta-fakta pencemaran air di dunia nyata untuk membangkitkan rasa ingin tau, minat serta kolaborasi siswa	✓		
Guru mendorong dan memberikan kesempatan siswa agar percaya diri menyampaikan konsep makna dari setiap gambar yang diberikan dan dikaitkan dengan pencemaran air	✓		
III. Explore			
Guru memberikan kesempatan pada masing-masing siswa untuk mengumpulkan informasi melalui beberapa literatur terkait terjadinya pencemaran air	✓		
Guru memberikan pemahaman dan menginformasikan konsep dasar, prinsip dasar pencemaran air dan cara menanggulangnya	✓		
IV. Explanation			
Guru memilih siswa untuk merefleksikan hasil informasi masalah lingkungan dan cara menanggulangnya secara lisan	✓		
Guru berperan sebagai narasumber dan fasilitator dalam mengarahkan peserta didik untuk berdiskusi dan menemukan solusi atau jawaban yang benar	✓		
Guru memberikan penjelasan mengenai kesalah pahaman konsep dan memberikan umpan yang baik	✓		
Guru membimbing siswa melalui diskusi dan klarifikasi konsep permasalahan dengan tanya jawab	✓		
V. Engineer			
Guru mengarahkan siswa secara berkelompok untuk melihat video bagaimana cara membuat STEM (Alat Penjernih Air)	✓		
Guru memberikan kesempatan siswa untuk mengidentifikasi alat penjernih	✓		

	air pada video dan mengaitkan dengan kehidupan sehari-hari			
	Melalui STEM alat penjernih air yang dibuat, siswa diminta mengikuti kegiatan rekayasa dan mencoba menggunakan penjernih air tersebut	✓		
VI.	<i>Enrich</i>			
	Guru memperkuat serta memperkaya pemahaman dan konsep siswa dengan menyimak penyampaian oleh guru	✓		
	Guru meminta siswa menganalisis bagaimana sistem filtrasi air sederhana bekerja	✓		
VII.	<i>Evaluate</i>			
	Guru memberikan refleksi dan evaluasi mengenai diskusi yang dilakukan	✓		
	Siswa dan guru bersama-sama menyimpulkan materi pencemaran air yang telah dibahas	✓		
	Guru meminta siswa untuk mempelajari konsep penggunaan penjernih air untuk mengisi LKPD di pertemuan berikutnya	✓		
VIII.	<i>Penutup</i>			
	Guru memberikan hadiah kepada siswa yang dapat menjawab pertanyaan dengan baik	✓		
	Guru menginformasikan materi dan tugas yang akan dipelajari pada pembelajaran berikutnya	✓		
	Guru dan siswa bersama-sama berdoa untuk menutup pembelajaran	✓		

Saran :

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

Jember, 24 April 2025

Observer



Benny Yulianingsih, S.Si., M. Pd
NIP: 198207102000902

Lampiran 12. Lembar Keterlaksanaan Sintaks

Lampiran 12.1 Lembar Keterlaksanaan Sintaks Kelas Kontrol

PERTEMUAN 1

**LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN
MODEL PEMBELAJARAN KELAS KONTROL**

Nama Sekolah : SMAN Pakusari
 Nama Guru : *Akh. Husnan Hadiano, S.Pd., M.Pd*
 Kelas/Semester : X/2
 Mata Pelajaran : Biologi
 Tanggal : *29 April 2025*

Petunjuk :

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian beberapa aspek keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model pembelajaran Konvensional.
2. Penilaian dapat dilakukan dengan memberikan tanda check list (✓) pada kolom keterlaksanaan yan terletak di sebelah poin pernyataan yang diberikan. Keterangan tersebut dapat dinyatakan dengan pernyataan-pernyataan sebagai berikut:
 Ya : apabila terlaksana
 Tidak : apabila tidak terlaksana
3. Bapak/Ibu dapat memberikan saran-saran pada bagian yang telah disediakan.

No	Aspek yang dinilai	Terlaksana		Keterangan
		Ya	Tidak	
I. Kegiatan Pendahuluan				
	Guru menyampaikan salam dan berdoa sebelum pembelajaran dimulai	✓		
	Guru memeriksa absensi kehadiran siswa	✓		
	Guru memberikan soal <i>pre-test</i>	✓		
	Guru Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan Profil Pelajar Pancasila ; yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusandalam satuan pendidikan.	✓		
	Guru memberikan aperpsepsi pertanyaan terkait materi sebelumnya	✓		
	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	✓		
	Guru menyampaikan pertanyaan pemantik	✓		

II. Kegiatan Inti			
Guru menerangkan materi singkat	✓		
Guru memberikan kepada siswa kesempatan untuk bertanya	✓		
Guru menekankan keterkaitan antara pencemaran air dengan keberlangsungan makhluk hidup.	✓		
Guru mengarahkan peserta didik membaca sub bab fakta-fakta perubahan lingkungan bagian pencemaran air.	✓		
guru mengarahkan peserta didik untuk berdiskusi tentang fakta-fakta tersebut kemudian mengaitkannya dengan keberlangsungan hidup makhlukhidup.	✓		
III. Kegiatan Penutup			
Guru dan peserta didik menyimpulkan pembelajaran hari ini.	✓		
Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya	✓		
Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa.	✓		

Saran :

.....

.....

.....

.....

.....

Jember, 29 April 2025

Observer



Akh. Husaen Hadiano, S.Pd., M.Pd
NIP. 198711072022211010

Lampiran 12. Lembar Keterlaksanaan Sintaks

Lampiran 12.1 Lembar Keterlaksanaan Sintaks Kelas Kontrol

PERTEMUAN I

LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN
MODEL PEMBELAJARAN KELAS KONTROL

Nama Sekolah : SMAN Pakusari
 Nama Mahasiswa : Gya Anggraeni Putri
 Kelas/Semester : X/2
 Mata Pelajaran : Biologi
 Tanggal : 29 April 2025

Petunjuk :

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian beberapa aspek keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model pembelajaran Konvensional.
2. Penilaian dapat dilakukan dengan memberikan tanda check list (√) pada kolom keterlaksanaan yang terletak di sebelah poin pernyataan yang diberikan. Keterangan tersebut dapat dinyatakan dengan pernyataan-pernyataan sebagai berikut:
 Ya : apabila terlaksana
 Tidak : apabila tidak terlaksana
3. Bapak/Ibu dapat memberikan saran-saran pada bagian yang telah disediakan.

No	Aspek yang dinilai	Terlaksana		Keterangan
		Ya	Tidak	
I.	Kegiatan Pendahuluan			
	Guru menyampaikan salam dan berdoa sebelum pembelajaran dimulai	√		
	Guru memeriksa absensi kehadiran siswa	√		
	Guru memberikan soal <i>pre-test</i>	√		
	Guru Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan Profil Pelajar Pancasila ; yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusandalam satuan pendidikan.	√		
	Guru memberikan apersepsi pertanyaan terkait materi sebelumnya	√		
	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	√		
	Guru menyampaikan pertanyaan pemantik	√		

II. Kegiatan Inti			
Guru menerangkan materi singkat	✓		
Guru memberikan kepada siswa kesempatan untuk bertanya	✓		
Guru menekankan keterkaitan antara pencemaran air dengan keberlangsungan makhluk hidup.	✓		
Guru mengarahkan peserta didik membaca sub bab fakta-fakta perubahan lingkungan bagian pencemaran air.	✓		
guru mengarahkan peserta didik untuk berdiskusi tentang fakta-fakta tersebut kemudian mengaitkannya dengan keberlangsungan hidup makhlukhidup.	✓		
III. Kegiatan Penutup			
Guru dan peserta didik menyimpulkan pembelajaran hari ini.	✓		
Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya	✓		
Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa.	✓		

Saran :

Guru menyampaikan materi dengan baik

Jember, 29 April 2025

Observer



Gya Anggraeni Putri
NIM. 210210103096

Lampiran 15. Dokumentasi
Lampiran 15. 1 Kelas Eksperimen







Lampiran 15. 2 Kelas Kontrol



