

**IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN BIOLOGI MATERI
EKOSISTEM BERBASIS CITIZEN SCIENCE
TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP DAN
LITERASI SAINS SISWA DI SMA
NEGERI 1 MUTIARA**

Skripsi

Diajukan Oleh

**KHAIRA ULFI
NIM. 2105170003**



**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI
FAKULTAS AGAMA ISLAM
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BANDA ACEH
1448 H/ 2026 M**

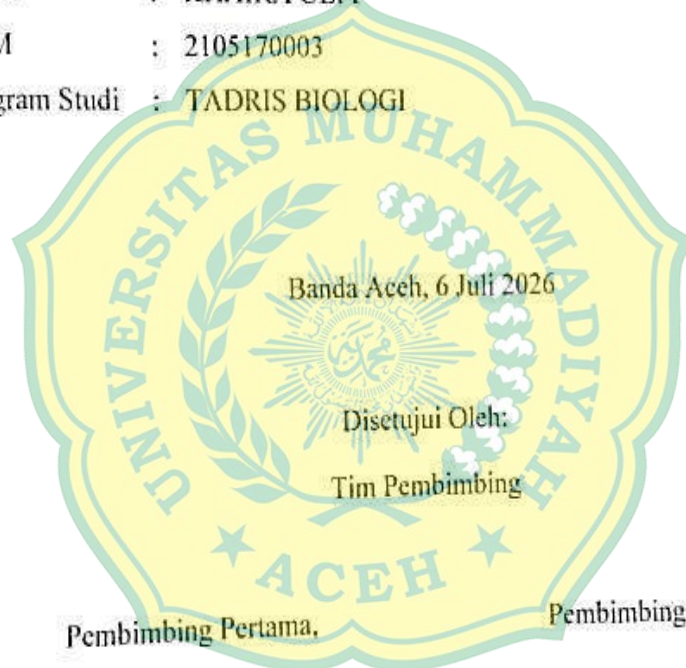
PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN BIOLOGI MATERI
EKOSISTEM BERBASIS *CITIZEN SCIENCE* TERHADAP
PEMAHAMAN KONSEP DAN LITERASI SAINS SISWA
DI SMA NEGERI 1 MUTIARA

Nama : KHAIRA ULFI

NPM : 2105170003

Program Studi : TADRIS BIOLOGI



Pembimbing Pertama,

Pembimbing Kedua,

Fatemah Rosma, S.Pd.I., M.Pd.
NIDN. 1317049001

Nurul Fajriana, S.Pd., M.Pd.
NIDN. 1329109001

PERSETUJUAN TIM PENGUJI MUNAQASYAH SKRIPSI

Judul Skripsi

Implementasi Pembelajaran Biologi Materi Ekosistem Berbasis Citizen Science
Terhadap Pemahaman Konsep Dan Literasi Sains Siswa Di SMA Negeri 1
Mutiara

Nama : Khaira Ulfi
NPM : 2105170003
Program Studi : Tadris Biologi

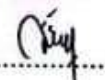
Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Munaqasyah Skripsi
Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Aceh
Dinyatakan Lulus dan Diterima sebagai Tugas Akhir
Penyelesaian Program Sarjana (S1)

Pada Hari/Tanggal:

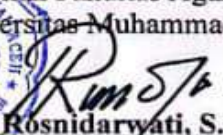
Senin, 6 Juli 2026 M
21 Muharram 1448 H

di
Banda Aceh

Tim Penguji,

1. Fatemah Rosma, S.Pd.I., M.Pd. Ketua (.....)
NIDN. 1317049001
2. Suwarniati, S.Si., M.P. Sekretaris (.....)
NIDN. 1330057401
3. Nurul Fajriana, S.Pd., M.Pd. Penguji II (.....)
NIDN. 1329109001
4. Mauizah Hasanah, S.Pd., M.Pd. Penguji III (.....)
NIDN. 1318078802



Mengetahui,
Dekan Fakultas Agama Islam
Universitas Muhammadiyah Aceh

Dr. Rosnidarwati, S.Ag., M.A.
NIDN. 1314077801

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Implementasi Pembelajaran Biologi Materi Ekosistem Berbasis *Citizen Science* Terhadap Pemahaman Konsep Dan Literasi Sains Siswa Di SMA Negeri 1 Mutiara” ini sepenuhnya karya saya sendiri. Tidak ada bagian dalamnya yang merupakan plagiat dari karya orang lain dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.



Banda Aceh, 6 Juli 2026
Yang membuat pernyataan,

KHAIRA ULFI
2105170003

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil 'alamin, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Implementasi Pembelajaran Biologi Materi Ekosistem Berbasis Citizen Science Terhadap Pemahaman Konsep Dan Literasi Sains Siswa Di SMA Negeri 1 Mutiara”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Agama Islam, Universitas Muhammadiyah Aceh.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, suri teladan umat manusia, yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman penuh ilmu pengetahuan dan kemajuan seperti saat ini.

Penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Dr. Rosnidarwati, S.Ag., MA, selaku Dekan Fakultas Agama Islam, atas dukungan akademik dan motivasi yang diberikan selama masa studi.
2. Ibu Ulia Hanum, S.Si., M.Si, selaku Ketua Program Studi Tadris Biologi, yang telah memfasilitasi seluruh kegiatan akademik hingga tahap penyusunan skripsi.

3. Ibu Fatemah Rosma, S.Pd,I., M.Pd. Pembimbing I dan Ibu Nurul Fajriana, S.Pd., M.Pd. Pembimbing II, selaku dosen pembimbing, yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan telah membimbing dan mengarahkan penulis sejak awal hingga skripsi ini selesai. Segala arahan, nasihat, serta kritik yang membangun telah sangat membantu dalam menyempurnakan karya ilmiah ini.
4. Seluruh Bapak/Ibu dosen pengajar di Fakultas Agama Islam, yang telah mentransfer ilmu pengetahuan dan pengalaman berharga selama proses perkuliahan.
5. Orang tua tercinta, ayah dan ibu yang tak henti-hentinya memberikan doa, dukungan moral dan material, serta semangat yang menjadi kekuatan utama bagi penulis dalam menempuh pendidikan ini. Semoga Allah membalas semua kebaikan dengan pahala yang berlipat ganda.
6. Saudara-saudara dan keluarga besar, yang selalu memberi semangat dan membantu dalam berbagai hal, baik secara langsung maupun tidak langsung.
7. Sahabat-sahabat seperjuangan, rekan-rekan mahasiswa angkatan Tahun 2021, dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah menjadi bagian penting dalam proses perjalanan akademik dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi isi, struktur, maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari semua pihak demi perbaikan

di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri, dunia pendidikan, serta para pembaca yang membutuhkannya.

Akhir kata, semoga segala usaha yang telah dilakukan bernilai ibadah di sisi Allah SWT dan menjadi langkah awal menuju kontribusi nyata dalam dunia pendidikan.

Banda Aceh, 6 Juli 2026



Penyusun

ABSTRAK

Khaira Ulfi (2026). Implementasi Pembelajaran Biologi Materi Ekosistem Berbasis Citizen Science Terhadap Pemahaman Konsep Dan Literasi Sains Siswa Di SMA Negeri 1 Mutiara.

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep dan literasi sains siswa. Masalah utama dalam pembelajaran biologi di SMA Negeri 1 Mutiara saat ini adalah proses pembelajaran materi ekosistem yang masih didominasi metode ceramah konvensional, rendahnya keterlibatan aktif siswa, serta capaian belajar siswa yang belum memenuhi kriteria ketuntasan minimal (KKM). Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi-eksperimen (*quasi-experimental research*) dengan desain Nonequivalent Control Group Design yang melibatkan pretest dan posttest pada dua kelompok belajar. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Negeri 1 Mutiara dengan jumlah sampel 66 siswa yang terbagi secara purposive sampling ke dalam kelas eksperimen (kelas XB, menerapkan pembelajaran citizen science) dan kelas kontrol (kelas XA, menerapkan metode konvensional). Instrumen pengumpulan data meliputi tes objektif pemahaman konsep, tes literasi sains berbasis standar, serta angket respons siswa. Data hasil belajar diuji prasyarat melalui Uji Normalitas dan Uji Homogenitas sebelum dianalisis lebih lanjut menggunakan Uji Independent Sample T-test. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada pemahaman konsep dan literasi sains siswa di kelas eksperimen. Nilai rata-rata post-test pemahaman konsep kelas eksperimen meningkat menjadi 86,50 (unggul dari kelas kontrol sebesar 72,30), sedangkan rata-rata posttest literasi sains kelas eksperimen mencapai 84,80 (unggul dari kelas kontrol sebesar 68,90). Hasil Uji T-test menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen secara statistik lebih signifikan ($p < 0,05$) dibandingkan kelas kontrol, sehingga hipotesis alternatif (H_1) diterima. Selain itu, hasil analisis angket menunjukkan respons siswa yang sangat positif (86,93%) terhadap pembelajaran berbasis citizen science, di mana siswa merasa materi ekosistem menjadi lebih relevan serta menumbuhkan kesadaran afektif dan tanggung jawab yang kuat terhadap pelestarian lingkungan sekitar.

Kata kunci: citizen science, ekosistem, pemahaman konsep, literasi sains, pembelajaran biologi.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI.....	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Definisi Operasional	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
A. Konsep Pembelajaran Biologi	9
1. Hakikat Pembelajaran Biologi	9
2. Pembelajaran Biologi dalam Kurikulum Merdeka.....	11
3. Karakteristik Pembelajaran Biologi	12
4. Tujuan Pembelajaran Biologi	13
B. Citizen Science.....	14
1. Pengertian Citizen Science	14
2. Karakteristik Citizen Science	16
3. Tahapan Citizen Science	16
4. Citizen Science dalam Pembelajaran Biologi	17
5. Citizen Science pada Materi Ekosistem.....	18
6. Citizen Science dan Pemahaman Konsep	19
7. Citizen Science dan Literasi Sains.....	20
C. Penelitian Relevan	22
D. Kerangka Berpikir.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Pendekatan dan Jenis Penelitian	26
B. Variabel Penelitian.....	27
C. Populasi, Sampel, dan Teknik Sampling.....	27
D. Prosedur Perlakuan dan Tahapan Pembelajaran.....	28
E. Instrumen Penelitian dan Pengembangan	29
F. Uji Validitas dan Reliabilitas.....	30
G. Teknik Pengumpulan Data	31

H. Bagan/ Diagram Alur Prosedur	31
I. Teknik Analisis Data Statistik	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
A. Hasil Penelitian.....	35
1. Deskripsi Karakteristik Subjek Penelitian (Responden)	35
2. Deskripsi Data Pemahaman Konsep dan Literasi Sains Siswa .	36
3. Interpretasi Distribusi Frekuensi dan Visualisasi Grafik	40
4. Pengujian Asumsi Paradigma Statistisik	42
5. Pengujian Hipotesis Penelitian (Independent sample t-Test)	43
6. Analisis Data Angket Respon dan Sikap Lingkungan Siswa	45
B. Pembahasan	47
1. Pengaruh Citizen Science terhadap Pemahaman Konsep Siswa	47
2. Pengaruh Citizen Science terhadap Literasi Sains Siswa	48
3. Implikasi Praktisi bagi Guru Biologi dan Pembelajaran di Sekolah	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
A. Kesimpulan	57
B. Implikasi Penelitian	52
C. Keterbatasan Penelitian.....	53
D. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Relevan.....	22
Tabel 4.1 Data Pengamatan Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen	36
Tabel 4.2 Data Pengamatan Pretest dan Posttest Kelas Kontrol.....	37
Tabel 4.3 Rekapitulasi Statistik Deskriptif Kemampuan Siswa	38
Tabel 4.5 Ringkasan Hasil Uji Normalitas Posttest	42
Tabel 4.6 Ringkasan Hasil Uji Homogenitas Varians	43
Tabel 4.7 Hasil Uji Independent Sample t-Test Data Posttest	44
Tabel 4.8 Hasil Analisis Angket Sikap Lingkungan dan Respon Siswa	45

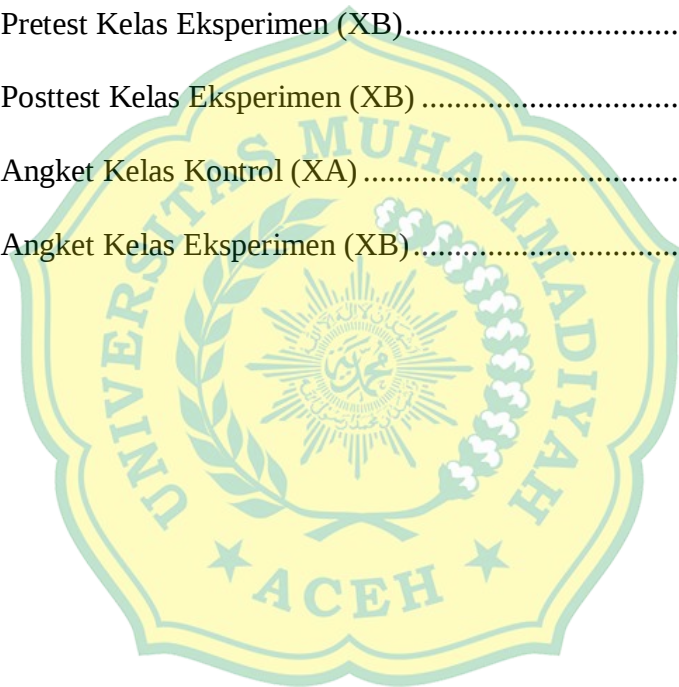


DAFTAR LAMPIRAN

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen	61
Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol	65
Kisi-Kisi Soal Literasi Sains	68
Soal Pretest Literasi Sains	71
Kunci Jawaban.....	74
Kisi-Kisi Soal Pemahaman Konsep.....	75
Soal Pretest Pemahaman Konsep.....	81
Kunci Jawaban.....	86
Soal Posttest Literasi Sains	87
Kunci Jawaban.....	90
Soal Posttest Pemahaman Konsep	91
Kunci Jawaban.....	96
Observasi Penelitian.....	97
Angket Belajar Siswa.....	99
Surat Permohonan Rekomendasi Izin Penelitian.....	100
Surat Keterangan Penelitian	101
Surat Keputusan.....	102
Daftar Riwayat Hidup	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Bagan Kerangka Berpikir.....	24
Gambar 3.1 Bagan Pelaksanaan Penelitian	33
Gambar 4.4 Grafik Nilai Histrogram.....	41
Gambar 1. Pretest Kelas Kontrol (XA).....	103
Gambar 2. Posttest Kelas Kontrol (XA)	103
Gambar 3. Pretest Kelas Eksperimen (XB).....	104
Gambar 4. Posttest Kelas Eksperimen (XB)	104
Gambar 5. Angket Kelas Kontrol (XA)	105
Gambar 6. Angket Kelas Eksperimen (XB).....	105



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran biologi merupakan salah satu bagian penting dalam pendidikan sains yang bertujuan membantu peserta didik memahami berbagai fenomena kehidupan serta interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Melalui pembelajaran biologi, siswa tidak hanya dituntut menguasai konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mampu menerapkan pengetahuan tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu materi yang memiliki keterkaitan erat dengan kehidupan nyata adalah materi ekosistem karena membahas hubungan antara komponen biotik dan abiotik serta berbagai permasalahan lingkungan yang terjadi di sekitar siswa (Schuttler et al., 2019).

Pemahaman konsep merupakan aspek penting dalam pembelajaran biologi. Pemahaman konsep yang baik memungkinkan siswa menjelaskan fenomena alam secara ilmiah, menghubungkan berbagai konsep yang dipelajari, serta menggunakan pengetahuan tersebut untuk memecahkan masalah. Menurut Anderson dan Krathwohl (2020), pemahaman konsep mencakup kemampuan menafsirkan, menjelaskan, mengklasifikasikan, membandingkan, dan menarik kesimpulan berdasarkan informasi yang diperoleh. Oleh karena itu, keberhasilan pembelajaran biologi tidak hanya diukur dari kemampuan menghafal fakta, tetapi juga dari kemampuan siswa memahami konsep secara mendalam.

Selain pemahaman konsep, pembelajaran biologi juga berperan dalam mengembangkan literasi sains siswa. Pemahaman konsep dan literasi sains

memiliki hubungan yang erat karena siswa yang memahami konsep dengan baik akan lebih mudah menggunakan pengetahuan ilmiahnya untuk menjelaskan fenomena, mengevaluasi informasi, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah. OECD (2019) mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan seseorang untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti guna memahami dunia alam dan perubahan yang terjadi akibat aktivitas manusia. Dengan demikian, peningkatan pemahaman konsep menjadi salah satu landasan penting dalam pengembangan literasi sains siswa.

Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan guru biologi di SMA Negeri 1 Mutiara, ditemukan bahwa proses pembelajaran pada materi ekosistem masih didominasi oleh metode ceramah dan penggunaan buku teks sebagai sumber belajar utama. Keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran masih relatif rendah sehingga siswa cenderung menerima informasi secara pasif. Selain itu, kegiatan pembelajaran yang menghubungkan konsep ekosistem dengan kondisi lingkungan sekitar sekolah masih belum optimal.

Hasil dokumentasi nilai menunjukkan bahwa capaian belajar siswa pada materi ekosistem masih belum memenuhi target yang diharapkan. Rata-rata nilai siswa pada materi ekosistem sebesar 68,25, sedangkan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sekolah adalah 75. Dari seluruh siswa yang mengikuti pembelajaran, sebanyak 60-65% belum mencapai ketuntasan belajar. Data tersebut menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa pada materi ekosistem masih perlu ditingkatkan.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang berpotensi meningkatkan pemahaman konsep dan literasi sains siswa adalah citizen science. Citizen science merupakan pendekatan yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat atau peserta didik dalam kegiatan ilmiah, mulai dari pengamatan, pengumpulan data, analisis data, hingga pelaporan hasil penelitian (Bonney et al., 2020). Dalam pembelajaran biologi, citizen science dapat diterapkan melalui kegiatan observasi keanekaragaman hayati di lingkungan sekitar sekolah, pemantauan kondisi ekosistem lokal, identifikasi spesies tumbuhan dan hewan, serta pengumpulan data lingkungan yang kemudian dianalisis oleh siswa secara ilmiah.

Melalui kegiatan tersebut, siswa memperoleh pengalaman belajar langsung yang memungkinkan mereka menghubungkan konsep-konsep biologi dengan kondisi nyata di lapangan. Pembelajaran yang bersifat kontekstual ini diharapkan mampu meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir ilmiah, kemampuan menganalisis data, serta literasi sains siswa dalam menghadapi berbagai permasalahan lingkungan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan citizen science memberikan dampak positif terhadap pembelajaran sains. Penelitian yang dilakukan oleh Aristeidou et al. (2022), Lusse et al. (2022), dan Schuttler et al. (2019) menunjukkan bahwa keterlibatan siswa dalam proyek citizen science dapat meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, dan literasi sains. Namun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji pengaruh pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap

pemahaman konsep dan literasi sains siswa pada tingkat SMA di Indonesia masih relatif terbatas sehingga memerlukan kajian lebih lanjut.

Berdasarkan telaah penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian citizen science berfokus pada peningkatan keterampilan proses sains, motivasi belajar, atau keterlibatan siswa dalam kegiatan ilmiah. Sementara itu, penelitian yang secara simultan menguji pengaruh pembelajaran berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep dan literasi sains pada materi ekosistem di tingkat SMA masih jarang dilakukan, khususnya pada konteks sekolah menengah di Aceh. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan menguji pengaruh implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep dan literasi sains siswa di SMA Negeri 1 Mutiara.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik untuk mengangkat sebuah penelitian dengan judul **“Implementasi Pembelajaran Biologi Materi Ekosistem Berbasis Citizen Science Terhadap Pemahaman Konsep Dan Literasi Sains Siswa Di SMA Negeri 1 Mutiara”**.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep siswa di SMA Negeri 1 Mutiara?

2. Apakah terdapat pengaruh implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap literasi sains siswa di SMA Negeri 1 Mutiara?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep siswa di SMA Negeri 1 Mutiara.
2. Untuk mengetahui pengaruh implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap literasi sains siswa di SMA Negeri 1 Mutiara.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Secara Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan teori dan praktik pembelajaran biologi, khususnya terkait penerapan pembelajaran berbasis citizen science dalam meningkatkan pemahaman konsep dan literasi sains siswa. Selain itu, hasil penelitian ini dapat memperkaya kajian mengenai pembelajaran kontekstual yang melibatkan partisipasi aktif siswa dalam kegiatan ilmiah nyata serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya

yang mengkaji hubungan antara pembelajaran berbasis citizen science, pemahaman konsep, dan literasi sains pada berbagai jenjang pendidikan.

2. Secara Praktis

- a) Bagi siswa: Memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna melalui keterlibatan langsung dalam kegiatan ilmiah sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep ekosistem, kemampuan berpikir ilmiah, serta literasi sains siswa.
- b) Bagi pendidik (guru): Memberikan alternatif strategi pembelajaran biologi berbasis citizen science yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran, mengembangkan literasi sains, serta membantu guru dalam merancang pembelajaran yang lebih kontekstual dan berbasis lingkungan sekitar.
- c) Bagi sekolah: Memberikan informasi dan masukan bagi sekolah mengenai penerapan pembelajaran inovatif berbasis citizen science sebagai upaya meningkatkan kualitas pembelajaran biologi dan kemampuan literasi sains siswa
- d) Bagi peneliti: Menambah pengalaman dan wawasan dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi pembelajaran berbasis citizen science serta menjadi bekal dalam pengembangan penelitian pendidikan biologi di masa mendatang.

E. Definisi Operasional

Dalam menghindari kesalahpahaman, maka perlu kiranya dijelaskan beberapa istilah dasar dalam kajian ini.

1. Implementasi berbasis citizen science adalah penerapan pembelajaran berbasis citizen science pada kelas eksperimen melalui kegiatan observasi lingkungan, pengumpulan data lapangan, pencatatan temuan, analisis data, dan penyusunan laporan sederhana. Implementasi tersebut dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung sesuai dengan sintaks yang telah dirancang oleh peneliti.
2. Pembelajaran biologi dalam penelitian ini dibatasi pada materi ekosistem yang diajarkan pada siswa kelas X SMA sesuai dengan capaian pembelajaran dan kurikulum yang berlaku di SMA Negeri 1 Mutiara, meliputi komponen ekosistem, interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya, aliran energi, rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan keseimbangan ekosistem.
3. Ekosistem adalah materi pembelajaran biologi yang membahas hubungan timbal balik antara komponen biotik dan abiotik dalam suatu lingkungan serta interaksi yang terjadi di dalamnya.
4. Citizen science adalah pendekatan pembelajaran yang melibatkan partisipasi aktif siswa dalam kegiatan ilmiah melalui pengamatan lingkungan, pengumpulan data, pencatatan hasil observasi, analisis data, serta penyampaian hasil temuan yang berkaitan dengan materi ekosistem.
5. Pemahaman konsep adalah kemampuan siswa dalam memahami, menjelaskan, menginterpretasikan, mengklasifikasikan, dan menerapkan konsep-konsep ekosistem yang dipelajari.

6. Literasi sains adalah kemampuan siswa dalam menggunakan pengetahuan ilmiah untuk menjelaskan fenomena, menginterpretasikan data, menggunakan bukti ilmiah, serta menarik kesimpulan berdasarkan fakta yang diperoleh.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Konsep Pembelajaran Biologi

1. Hakikat Pembelajaran Biologi

Biologi berasal dari kata Yunani "bios" yang berarti kehidupan, dan "logos" berarti ilmu. Oleh karena itu, biologi adalah cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana dan apa yang terjadi dalam kehidupan. Biologi adalah bidang yang unik dan berbeda dari semua bidang lainnya. Oleh karena itu, pelajaran biologi tidak hanya mengajarkan siswa tentang materi biologi dan hafalan, tetapi juga harus mengajarkan mereka bagaimana berpikir (Lazonder & Harmsen, 2020).

Biologi merupakan cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari kehidupan dan berbagai fenomena yang berkaitan dengan makhluk hidup, mulai dari tingkat molekul, sel, jaringan, organ, organisme, populasi, komunitas, hingga ekosistem. Sebagai ilmu yang mempelajari kehidupan secara menyeluruh, biologi memiliki karakteristik yang menekankan pada proses penemuan, pengamatan, pengukuran, eksperimen, dan pembuktian ilmiah. Oleh karena itu, pembelajaran biologi tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep dan fakta, tetapi juga pada pengembangan keterampilan ilmiah serta pembentukan sikap ilmiah peserta didik.

Menurut Campbell et al. (2021), biologi merupakan ilmu yang mempelajari kehidupan berdasarkan pendekatan ilmiah yang melibatkan observasi, pengumpulan data, pengujian hipotesis, serta penarikan kesimpulan berdasarkan

bukti empiris. Dalam konteks pendidikan, pembelajaran biologi harus memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami fenomena kehidupan melalui pengalaman belajar yang bermakna sehingga peserta didik mampu mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap ilmiah secara terpadu.

Pembelajaran biologi pada dasarnya merupakan proses interaksi antara peserta didik, pendidik, dan lingkungan belajar yang bertujuan membangun pemahaman peserta didik terhadap berbagai konsep kehidupan. Menurut Sudarisman (2022), pembelajaran biologi modern tidak lagi berpusat pada guru (teacher centered), melainkan berorientasi pada peserta didik (student centered learning) yang memberikan ruang bagi peserta didik untuk aktif mencari, menemukan, dan mengonstruksi pengetahuannya sendiri melalui berbagai aktivitas ilmiah.

Karakteristik pembelajaran biologi berbeda dengan mata pelajaran lainnya karena objek kajiannya berkaitan langsung dengan fenomena kehidupan yang dapat diamati dalam lingkungan sekitar. Fenomena-fenomena tersebut memberikan peluang yang luas bagi peserta didik untuk melakukan investigasi ilmiah secara langsung sehingga proses pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna. Dengan demikian, pembelajaran biologi tidak hanya menekankan aspek kognitif, tetapi juga mengembangkan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran biologi juga memiliki peran strategis dalam membentuk kesadaran lingkungan peserta didik. Melalui pembelajaran biologi, peserta didik

dapat memahami hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya, pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem, serta dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan. Pemahaman tersebut menjadi dasar bagi terbentuknya perilaku peduli lingkungan yang sangat dibutuhkan dalam menghadapi berbagai permasalahan lingkungan global saat ini.

2. Pembelajaran Biologi dalam Kurikulum Merdeka

Kurikulum Merdeka merupakan kurikulum yang menekankan pengembangan kompetensi peserta didik melalui pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, kontekstual, fleksibel, dan berbasis pengalaman belajar nyata. Dalam implementasinya, Kurikulum Merdeka memberikan keleluasaan kepada guru untuk merancang pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan karakteristik lingkungan belajar.

Pada mata pelajaran biologi, Kurikulum Merdeka menekankan pentingnya pengembangan kompetensi saintifik melalui aktivitas observasi, investigasi, eksperimen, pemecahan masalah, dan proyek berbasis lingkungan. Pendekatan ini bertujuan agar peserta didik tidak hanya menguasai konsep-konsep biologi secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya dalam kehidupan nyata.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2022) menegaskan bahwa pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka harus mampu mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Kompetensi tersebut dikenal sebagai keterampilan abad ke-21 yang menjadi salah satu fokus utama dalam pendidikan modern.

Pembelajaran biologi berbasis citizen science memiliki kesesuaian yang tinggi dengan prinsip Kurikulum Merdeka karena sama-sama menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran. Melalui kegiatan observasi lapangan, pengumpulan data, analisis informasi, dan penyusunan laporan ilmiah, peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang autentik sekaligus mengembangkan berbagai kompetensi yang diharapkan dalam Kurikulum Merdeka.

Selain itu, Kurikulum Merdeka juga mengintegrasikan penguatan Profil Pelajar Pancasila dalam seluruh proses pembelajaran. Pembelajaran biologi berbasis citizen science berpotensi mendukung pencapaian dimensi Profil Pelajar Pancasila, terutama bernalar kritis, kreatif, gotong royong, mandiri, dan peduli terhadap lingkungan sekitar.

3. Karakteristik Pembelajaran Biologi

Pembelajaran biologi memiliki sejumlah karakteristik yang membedakannya dari mata pelajaran lainnya. Salah satu karakteristik utama pembelajaran biologi adalah objek kajiannya yang berupa fenomena kehidupan yang nyata dan dapat diamati secara langsung. Fenomena tersebut mencakup berbagai aspek kehidupan mulai dari tingkat mikroskopis hingga makroskopis.

Menurut Rustaman (2021), pembelajaran biologi memiliki karakteristik sebagai berikut: (a) Berbasis proses ilmiah, (b) Menekankan keterampilan proses sains. (c) Berorientasi pada pemecahan masalah. (d) Bersifat kontekstual dan dekat dengan kehidupan sehari-hari. (e) Mendorong pengembangan sikap ilmiah peserta didik. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran biologi

tidak cukup dilaksanakan melalui metode ceramah semata, tetapi memerlukan berbagai aktivitas yang memungkinkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar secara langsung. Pengalaman tersebut dapat diperoleh melalui kegiatan praktikum, observasi lapangan, proyek ilmiah, maupun kegiatan penelitian sederhana.

Pembelajaran biologi yang melibatkan aktivitas ilmiah secara langsung terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik karena konsep-konsep yang dipelajari tidak hanya diterima dalam bentuk informasi verbal, tetapi juga dikonstruksi melalui pengalaman nyata. Oleh karena itu, penerapan pendekatan citizen science dalam pembelajaran biologi dinilai sesuai dengan karakteristik dasar pembelajaran biologi

4. Tujuan Pembelajaran Biologi

Tujuan pembelajaran biologi adalah untuk mengimplementasikan ilmu alam yang bersifat teorik ke dalam kehidupan masyarakat. Oleh karena itu, materi biologi harus dirancang secara substansial agar mampu mengorganisasi siswa untuk hidup dalam masyarakat sosial (Santosa et al, 2021).

Tujuan pembelajaran biologi pada jenjang pendidikan menengah tidak hanya terbatas pada penguasaan konsep-konsep biologi, tetapi juga mencakup pengembangan keterampilan ilmiah, kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pembentukan sikap ilmiah. National Research Council (2012) menjelaskan bahwa pembelajaran sains modern harus mampu mengintegrasikan pengetahuan ilmiah, praktik ilmiah, dan pemahaman terhadap hakikat sains.

Melalui pembelajaran biologi, peserta didik diharapkan mampu memahami berbagai konsep yang berkaitan dengan kehidupan dan lingkungan, menerapkan metode ilmiah dalam menyelesaikan masalah, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah yang tersedia. Selain itu, pembelajaran biologi juga bertujuan membentuk kesadaran peserta didik terhadap pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dan keberlanjutan kehidupan.

Tujuan tersebut sejalan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan pengembangan kompetensi berpikir tingkat tinggi (higher order thinking skills), literasi sains, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Oleh karena itu, pembelajaran biologi perlu dirancang sedemikian rupa sehingga mampu mengembangkan seluruh kompetensi tersebut secara terpadu.

B. Citizen Science

1. Pengertian Citizen Science

Citizen science merupakan pendekatan yang melibatkan masyarakat umum dalam kegiatan penelitian ilmiah. Bonney et al. (2019) mendefinisikan citizen science sebagai partisipasi masyarakat dalam berbagai tahapan penelitian ilmiah, mulai dari pengumpulan data hingga analisis dan penyebaran hasil penelitian. Dalam penelitian ilmiah, citizen science dapat membantu mengatasi masalah ilmiah dan sosial seperti konservasi keanekaragaman hayati. Ini merupakan salah satu langkah dalam kerja sama warga dengan siswa untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi. Selain itu, telah ditunjukkan bahwa partisipasi dalam citizen

science memiliki kemampuan untuk mengajarkan keterampilan yang relevan dengan dunia modern.

Kullenberg dan Kasperowski (2020) menjelaskan bahwa citizen science merupakan bentuk kolaborasi antara ilmuwan dan masyarakat dalam menghasilkan pengetahuan ilmiah. Melalui pendekatan ini, masyarakat tidak hanya menjadi objek penelitian tetapi juga berperan sebagai kontributor aktif dalam proses ilmiah.

Fraisl et al. (2022) menambahkan bahwa citizen science merupakan pendekatan partisipatif yang memungkinkan masyarakat berkontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan sekaligus meningkatkan literasi sains dan kesadaran lingkungan.

Menurut penelitian yang relevan, citizen science memiliki kemampuan untuk mengajarkan keterampilan modern (Aripin, I., & Hidayat, 2020; Aripin, I., & Hidayat, T., & Rustaman, 2021; Aripin, 2022). Jika siswa tidak memiliki kemampuan ini, mereka akan tertinggal dan tidak akan mampu bertahan di tengah gempuran perkembangan zaman. Sementara citizen science memiliki peluang untuk mengajarkan keterampilan 4C, itu tidak sebanding dengan penelitian yang dilakukan di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa penelitian yang melihat bagaimana citizen science membantu melatih keterampilan penelitian dunia abad ke-21 masih kurang.

Berdasarkan berbagai definisi tersebut, citizen science dapat dipahami sebagai pendekatan pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam kegiatan

ilmiah nyata melalui proses observasi, pengumpulan data, analisis informasi, dan pelaporan hasil.

2. Karakteristik Citizen Science

Karakteristik utama citizen science meliputi partisipasi aktif masyarakat, kolaborasi antara peserta dan peneliti, pengumpulan data berbasis observasi, penggunaan metode ilmiah, serta kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan (Aripin, I., & Hidayat, 2020).

Kesadaran konteks, keterlibatan masyarakat atau warga, memanfaatkan infrastruktur, inovasi teknologi, inovasi pendidikan, jangkauan dan skala, membangun jaringan, dan pemikiran yang kompleks adalah ciri khas citizen science. Komponen ini sangat penting untuk pembelajaran biologi berbasis citizen science. Citizen Science memiliki tiga jenis peran: kontributor (proyek kontribusi), kolaboratif (proyek kolaboratif), dan pembuatan bersama (proyek kolaboratif) (Sanabria-Z et al, 2022).

Dalam konteks pendidikan, citizen science memungkinkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang autentik karena mereka terlibat secara langsung dalam proses ilmiah. Melalui keterlibatan tersebut, peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan konseptual tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan komunikasi ilmiah.

3. Tahapan Citizen Science

Pelaksanaan citizen science dalam pembelajaran umumnya mengikuti tahapan proses ilmiah yang sistematis. Tahapan tersebut meliputi: 1) Identifikasi masalah atau fenomena yang akan diamati. 2) Perencanaan kegiatan observasi. 3)

Pengumpulan data lapangan. 4) Analisis dan interpretasi data. 5) Penyusunan laporan hasil observasi. 6) Komunikasi atau publikasi hasil kegiatan.

Tahapan tersebut mencerminkan siklus metode ilmiah yang sesungguhnya, sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang mendekati praktik penelitian ilmiah (Bonney et al., 2019). Pada tahap identifikasi masalah, peserta didik dilatih untuk peka terhadap fenomena lingkungan yang relevan dengan konsep biologi yang dipelajari.

Selanjutnya, pada tahap perencanaan, peserta didik menyusun strategi pengumpulan data, menentukan variabel pengamatan, serta menyiapkan instrumen observasi. Tahap pengumpulan data menjadi inti dari citizen science karena peserta didik secara langsung melakukan observasi lapangan.

Pada tahap analisis dan interpretasi data, peserta didik mengolah data yang telah dikumpulkan untuk menemukan pola atau hubungan tertentu. Tahap ini sangat penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah. Tahap terakhir yaitu komunikasi hasil, melatih peserta didik untuk menyampaikan temuan secara sistematis baik dalam bentuk laporan maupun presentasi ilmiah.

4. Citizen Science dalam Pembelajaran Biologi

Pembelajaran biologi merupakan salah satu bidang yang sangat relevan dengan pendekatan citizen science karena objek kajiannya bersifat empiris dan dapat diamati secara langsung di lingkungan sekitar. Konsep-konsep seperti ekosistem, keanekaragaman hayati, dan interaksi makhluk hidup sangat sesuai untuk dikaji melalui kegiatan observasi lapangan.

Melalui pendekatan citizen science, peserta didik dapat melakukan pengamatan terhadap keanekaragaman hayati, inventarisasi spesies, identifikasi organisme, serta pemantauan kondisi lingkungan. Kegiatan tersebut memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna karena peserta didik tidak hanya menerima informasi secara verbal, tetapi juga mengalami langsung proses ilmiah di lapangan (Silvertown, 2020).

Dengan demikian, pembelajaran biologi menjadi lebih interaktif dan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.

5. Citizen Science pada Materi Ekosistem

Materi ekosistem memiliki karakteristik yang sangat sesuai untuk penerapan citizen science karena objek kajiannya terdapat di lingkungan sekitar peserta didik. Ekosistem mencakup interaksi antara komponen biotik dan abiotik yang dapat diamati secara langsung melalui kegiatan lapangan (Rahmawati, Sujarwanta, & Sentoso, 2021).

Kegiatan citizen science pada materi ekosistem dapat berupa identifikasi komponen biotik dan abiotik, pengamatan interaksi antarorganisme, pemetaan keanekaragaman hayati, analisis rantai makanan, serta dokumentasi kondisi lingkungan. Aktivitas ini memungkinkan peserta didik memahami konsep ekosistem secara lebih konkret (Weathers, Strayer, & Likens, 2021)

Pendekatan ini juga membantu peserta didik menghubungkan konsep teoritis dengan fenomena nyata di lingkungan sekitar, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Jordan et al., 2019). Selain itu, kegiatan observasi ekosistem juga dapat meningkatkan kepedulian peserta didik terhadap lingkungan.

6. Citizen Science dan Pemahaman Konsep

Menurut Diana (2020) pemahaman konsep adalah salah satu komponen paling penting dalam pembelajaran dan merupakan tujuan pendidikan. Teori konstruktivisme menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman belajar. Dalam konteks ini, citizen science memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung di lapangan (Alwia, 2022).

Melalui keterlibatan dalam kegiatan observasi dan pengumpulan data, peserta didik dapat menghubungkan konsep-konsep abstrak dengan fenomena nyata. Hal ini membantu meningkatkan pemahaman konsep secara lebih mendalam dan bermakna.

Penelitian Chen et al. (2023) menunjukkan bahwa keterlibatan peserta didik dalam proyek citizen science mampu meningkatkan pemahaman konsep karena peserta didik memperoleh pengalaman langsung dalam menghubungkan teori dengan praktik ilmiah. Dengan demikian, citizen science berkontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar kognitif.

a) Faktor-Faktor Mempengaruhi Pemahaman Konsep

Ada sejumlah faktor yang memengaruhi pemahaman konsep siswa. Pembelajaran berhasil atau tidak bergantung pada banyak hal. Secara umum, faktor yang mempengaruhi pemahaman konsep siswa dibagi menjadi dua kategori besar, yaitu faktor internal yang berasal dari dalam diri siswa, dan faktor eksternal yang berasal dari lingkungan sekitar siswa (Waruwu, 2020; Uyun, 2022). Faktor internal meliputi minat, motivasi, sikap, serta kesehatan fisik dan mental. Motivasi

memegang peranan sangat penting dalam pemahaman konsep, terlepas dari kesempurnaan metode yang digunakan oleh guru (Zaifullah et al, 2021; Harefa, 2022).

7. Citizen Science dan Literasi Sains

Literasi sains tidak hanya berfokus pada pengetahuan konten, tapi juga mencakup kemampuan berpikir kritis dan pemahaman terhadap proses ilmiah (Suryati, Ihsan, & Huliadi 2021). Literasi sains berperan dalam mendukung pengembangan sumber daya manusia yang berkualitas dalam menghadapi tantangan globalisasi. Kemampuan ini diukur melalui kemampuan menjelaskan fenomena, menyusun dan mengevaluasi inkuiri ilmiah, serta menafsirkan data dan fakta secara ilmiah (Mellyzar, Zahara, & Alvina, 2022).

Citizen science memiliki hubungan yang erat dengan pengembangan literasi sains. Literasi sains mencakup kemampuan untuk memahami konsep ilmiah, menggunakan proses ilmiah, serta menerapkan pengetahuan ilmiah dalam pengambilan keputusan (Zuriyani, 2021).

Melalui kegiatan observasi, pengumpulan data, analisis informasi, dan pelaporan hasil, peserta didik memperoleh pengalaman yang mendukung perkembangan literasi sains. Aktivitas tersebut melatih kemampuan berpikir kritis, interpretasi data, serta argumentasi ilmiah berbasis bukti.

Penelitian Davis et al. (2022) menunjukkan bahwa citizen science berkontribusi signifikan terhadap peningkatan literasi sains, khususnya dalam aspek interpretasi data dan kemampuan argumentasi ilmiah. Dengan demikian,

pendekatan ini sangat relevan dalam pembelajaran abad ke-21 yang menekankan kemampuan berpikir ilmiah dan berbasis data.

a) Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Literasi Sains

Menurut Yuliani et al. (2020) rendahnya literasi sains siswa disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

- 1) Kurangnya perhatian pada pendidikan sains. Hal ini bisa mengakibatkan kurangnya investasi pada pengembangan kurikulum, sarana dan prasarana, serta pelatihan guru yang dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains.
- 2) Metode pembelajaran yang kurang efektif dan kurang menarik bisa mengurangi minat siswa pada sains dan teknologi. Hal ini bisa mengakibatkan rendahnya motivasi siswa untuk belajar lebih lanjut tentang sains dan teknologi.
- 3) Kurangnya sumber daya dan akses. Banyak siswa terutama di pedesaan atau daerah terpencil, mengalami kesulitan dalam mengakses sumber daya pendidikan sains yang memadai. Kurangnya akses terhadap buku, internet, dan fasilitas laboratorium bisa mengurangi kesempatan siswa untuk belajar tentang sains dan teknologi.
- 4) Tidak adanya pengaruh positif dalam masyarakat. Tidak adanya budaya yang mendorong pengembangan literasi sains juga bisa mempengaruhi minat siswa terhadap sains dan teknologi.

Berdasarkan berbagai kajian teori dan hasil penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa citizen science merupakan pendekatan pembelajaran yang

melibatkan peserta didik secara aktif dalam aktivitas ilmiah nyata. Pendekatan ini memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan pemahaman konsep dan literasi sains melalui pengalaman belajar yang autentik, kontekstual, dan berbasis penyelidikan. Selain itu, citizen science juga memperkuat keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi ilmiah, dan pemecahan masalah

C. Penelitian Relevan

Sejumlah penelitian telah membuktikan bahwa penelitian tentang citizen science mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa. Sebagaimana dikemukakan oleh Chen (2023) dalam penelitiannya yang mengeksplorasi dampak integrasi proyek citizen science mengenai keanekaragaman hayati lokal ke dalam kurikulum biologi SMA, hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep ekosistem dan motivasi belajar siswa yang terlibat dalam proyek citizen science memiliki pengaruh yang besar.

Tabel 2.1: Penelitian relevan

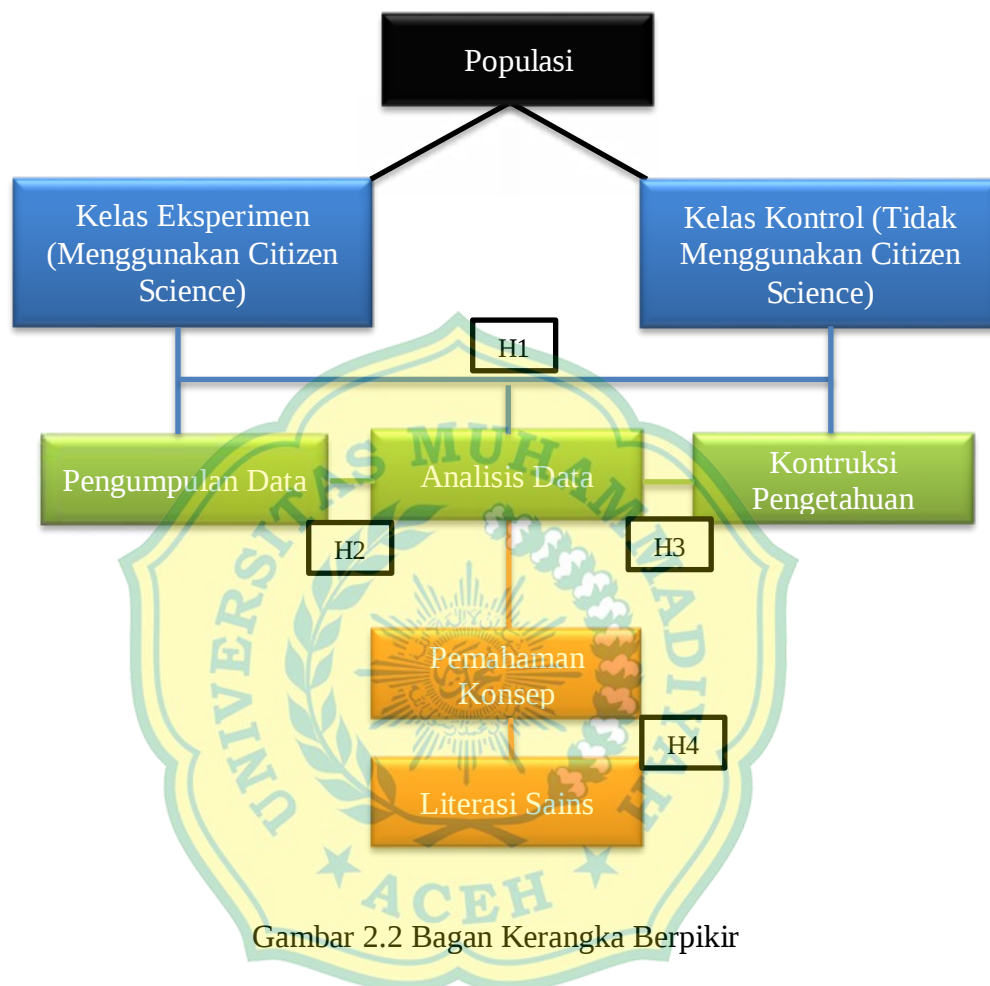
Garcia	2021	Eksperimen	Pemahaman Konsep	Meningkat
Davis	2022	Studi Kasus	Literasi Sains	Meningkat
Sole et al.,	2023	Review	Implementasi Citizen Science	Efektif
Chen	2023	Eksperimen	Pemahaman Konsep	Meningkat

Secara garis besar, keempat penelitian tersebut memiliki persamaan fundamental dalam hal orientasi tujuan, di mana seluruh peneliti berfokus untuk mengevaluasi efektivitas dan dampak positif dari suatu intervensi atau metode pembelajaran. Hal ini dibuktikan dengan hasil akhir setiap penelitian yang secara

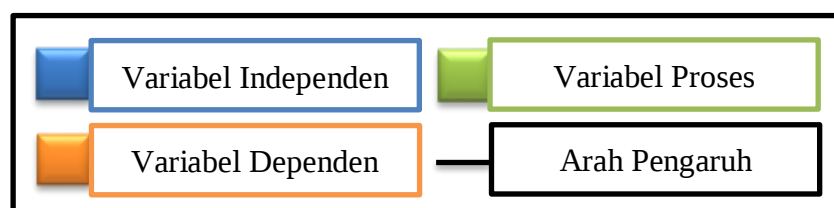
konsisten menunjukkan adanya peningkatan kompetensi atau keberhasilan implementasi program. Secara lebih spesifik, keterkaitan erat terlihat antara penelitian Garcia (2021) dan Chen (2023). Kedua studi ini memiliki kesamaan identik karena sama-sama menguji variabel pemahaman konsep dengan menggunakan desain metode eksperimen, yang kemudian menghasilkan kesimpulan bahwa intervensi yang diberikan berhasil meningkatkan pemahaman kognitif siswa secara signifikan.

Meskipun memiliki muara tujuan yang sama, terdapat perbedaan yang cukup kontras di antara penelitian-penelitian tersebut, terutama pada aspek metodologi dan fokus variabel yang diteliti. Dari sisi metodologi, pendekatan yang digunakan sangat variatif; Garcia (2021) dan Chen (2023) memilih pendekatan kuantitatif kausal melalui metode eksperimen, sedangkan Davis (2022) memilih pendekatan kualitatif yang mendalam melalui studi kasus, dan Sole et al. (2023) menerapkan studi kepustakaan berskala makro dengan metode review. Perbedaan metodologi ini juga memengaruhi fokus variabelnya

D. Kerangka Berpikir



Gambar 2.2 Bagan Kerangka Berpikir



Hipotesis Penelitian:		
H1	:	Pembelajaran terhadap pengumpulan data peserta didik
H2	:	Pengumpulan data berpengaruh terhadap analisis data peserta didik
H3	:	Pengumpulan data berpengaruh terhadap kontruksi pengetahuan peserta didik
H4	:	Kontruksi pengetahuan berpengaruh terhadap pemahaman konsep dan literasi sains peserta didik

Hipotesis Utama:

Terdapat pengaruh yang signifikan pembelajaran berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep dan literasi sains peserta didik



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen semu (quasi-experimental research). Desain eksperimen semu dipilih karena peneliti tidak memungkinkan untuk melakukan randomisasi (pengacakan) individu secara penuh untuk membentuk kelompok baru, mengingat keterbatasan teknis dan aturan pengorganisasian kelas yang telah berjalan secara formal di SMA Negeri 1 Mutiara.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan pembelajaran berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep dan literasi sains siswa pada materi ekosistem. Desain penelitian yang digunakan adalah Nonequivalent Control Group Design, yang melibatkan dua kelompok kelas yang telah ada, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dengan skema sebagai berikut:

$$\begin{array}{l} \text{Kelompok Eksperimen (XB) : } O_1 \text{ X } O_2 \\ \text{Kelompok Kontrol (XA) : } O_3 - O_4 \end{array}$$

Keterangan:

- O_1, O_2 : Pengukuran awal (Pretest) pemahaman konsep dan literasi sains siswa
- O_3, O_4 : Pengukuran akhir (Posttest) pemahaman konsep dan literasi sains siswa
- X : Perlakuan berupa model pembelajaran berbasis citizen science
- - : Pembelajaran konvensional (metode ceramah dan buku teks standar)

B. Variabel Penelitian

Untuk menghindari multitafsir dalam pelaksanaan analisis data, variabel penelitian didefinisikan secara eksplisit sebagai berikut:

- Variabel Bebas (Independent Variable): Model pembelajaran berbasis citizen science.
- Variabel Terikat (Dependent Variable): Pemahaman konsep biologi dan kemampuan literasi sains siswa pada materi ekosistem.

C. Populasi, Sampel, dan Teknik Sampling

1. Populasi: Seluruh siswa kelas X SMA Negeri 1 Mutiara yang terdaftar aktif pada semester genap tahun ajaran berjalan.
2. Sampel dan Karakteristik Responden: Sampel penelitian berjumlah 66 siswa yang terbagi ke dalam dua kelas:
 - Kelas Eksperimen (Kelas XB): Berjumlah 33 siswa, terdiri dari siswa laki-laki dan perempuan, yang diajarkan menggunakan model pembelajaran berbasis citizen science.
 - Kelas Kontrol (Kelas XA): Berjumlah 33 siswa, terdiri dari siswa laki-laki dan perempuan, yang diajarkan menggunakan metode konvensional.
3. Teknik Sampling: Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik Purposive Sampling. Dasar pemilihan kedua kelas ini disesuaikan dengan rekomendasi guru biologi berdasarkan homogenitas kemampuan

akademis awal siswa, kesetaraan jumlah siswa, serta kesamaan jadwal belajar mengajar, sehingga meminimalkan bias eksternal.

D. Prosedur Perlakuan dan Tahapan Pembelajaran

1. Kelas Eksperimen (Pembelajaran Berbasis Citizen science)

- Pertemuan I: Orientasi Masalah dan Pengenalan Proyek
 - Siswa diberikan pengantar materi ekosistem serta penjelasan mengenai konsep Citizen science (keterlibatan aktif siswa sebagai ilmuwan warga dalam riset ilmiah lokal).
 - Siswa dibagi menjadi kelompok-kelompok kecil dan dilatih menggunakan instrumen lembar observasi lapangan serta alat dokumentasi (kamera/ponsel).
- Pertemuan II: Studi Lapangan dan Pengumpulan Data (Tahap Citizen science).
 - Siswa dipandu melakukan eksplorasi langsung di lingkungan sekitar sekolah (halaman, taman, atau parit sekolah).
 - Setiap kelompok mencatat komponen biotik dan abiotik, mengidentifikasi interaksi makhluk hidup (rantai makanan, gejala kerusakan lingkungan, atau gejala eutrofikasi), serta mengumpulkan data kuantitatif komponen ekosistem.
- Pertemuan III: Analisis Temuan dan Penyusunan Laporan

- Siswa kembali ke kelas untuk mengolah, mengategorikan, dan menganalisis data lapangan secara ilmiah menggunakan software pengolah data.
- Siswa mendiskusikan hubungan sebab-akibat antar-komponen serta merumuskan solusi terhadap masalah ekosistem lokal yang mereka temukan.
- Pertemuan IV: Presentasi Hasil Riset Warga
 - Setiap kelompok mempresentasikan laporan ilmiah sederhana temuan lapangan mereka menggunakan proyektor.
 - Dilakukan sesi diskusi panel dan evaluasi bersama guru untuk memperkuat pemahaman konsep dari data autentik yang diperoleh siswa.

2. Kelas Kontrol (Pembelajaran Konvensional)

Pertemuan I–IV: Pembelajaran berpusat sepenuhnya pada guru (teacher-centered). Guru memaparkan teori komponen ekosistem, aliran energi, dan siklus biogeokimia secara verbal melalui metode ceramah menggunakan papan tulis dan buku paket teks utama biologi. Siswa mencatat materi secara pasif, dilanjutkan dengan mengerjakan soal-soal latihan tertulis di buku tugas tanpa adanya kegiatan observasi lapangan mandiri maupun proyek ilmiah.

E. Instrumen Penelitian dan Pengembangan

Pengumpulan data kemampuan kognitif siswa diukur menggunakan dua jenis instrumen tes tertulis berupa soal pilihan ganda objektif yang telah diselaraskan dengan indikator capaian:

1. Instrumen Pemahaman Konsep: Bentuk Soal: Pilihan Ganda.

- Indikator: Mengacu pada dimensi kognitif taksonomi Bloom hasil revisi (C4-C5), mencakup kemampuan menganalisis interaksi komponen biotik-abiotik, menguraikan dampak penurunan populasi pada jaring-jaring makanan, mengevaluasi fenomena gangguan ekosistem.

2. Instrumen Literasi Sains:

- Bentuk Soal: Pilihan Ganda berbasis wacana konseptual/kontekstual.
- Indikator: Mengacu pada kompetensi literasi sains standar OECD/PISA, mencakup kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah secara runtut (pemanasan global, kerusakan lapisan ozon, hujan asam), mengidentifikasi serta menyusun bukti ilmiah, serta menginterpretasikan data hasil observasi lingkungan.

F. Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Sebelum instrumen digunakan untuk pengumpulan data pretest dan posttest, seluruh butir soal terlebih dahulu diujicobakan pada kelas di luar sampel penelitian yang memiliki karakteristik setara:

- Uji Validitas: Menggunakan rumus korelasi Product Moment untuk menguji ketepatan setiap butir soal. Butir soal yang dinyatakan tidak valid dibuang atau direvisi.

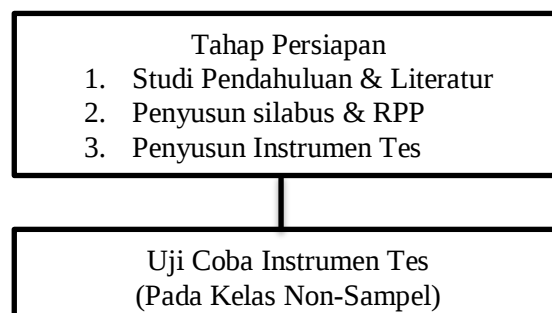
- Uji Reliabilitas: Menggunakan rumus Kuder-Richardson (KR-20 atau KR-21) untuk memastikan konsistensi instrumen tes objektif. Instrumen dinyatakan layak pakai jika koefisien reliabilitas menunjukkan nilai $\tau_{hitung} > 0,70$ (kategori tinggi).

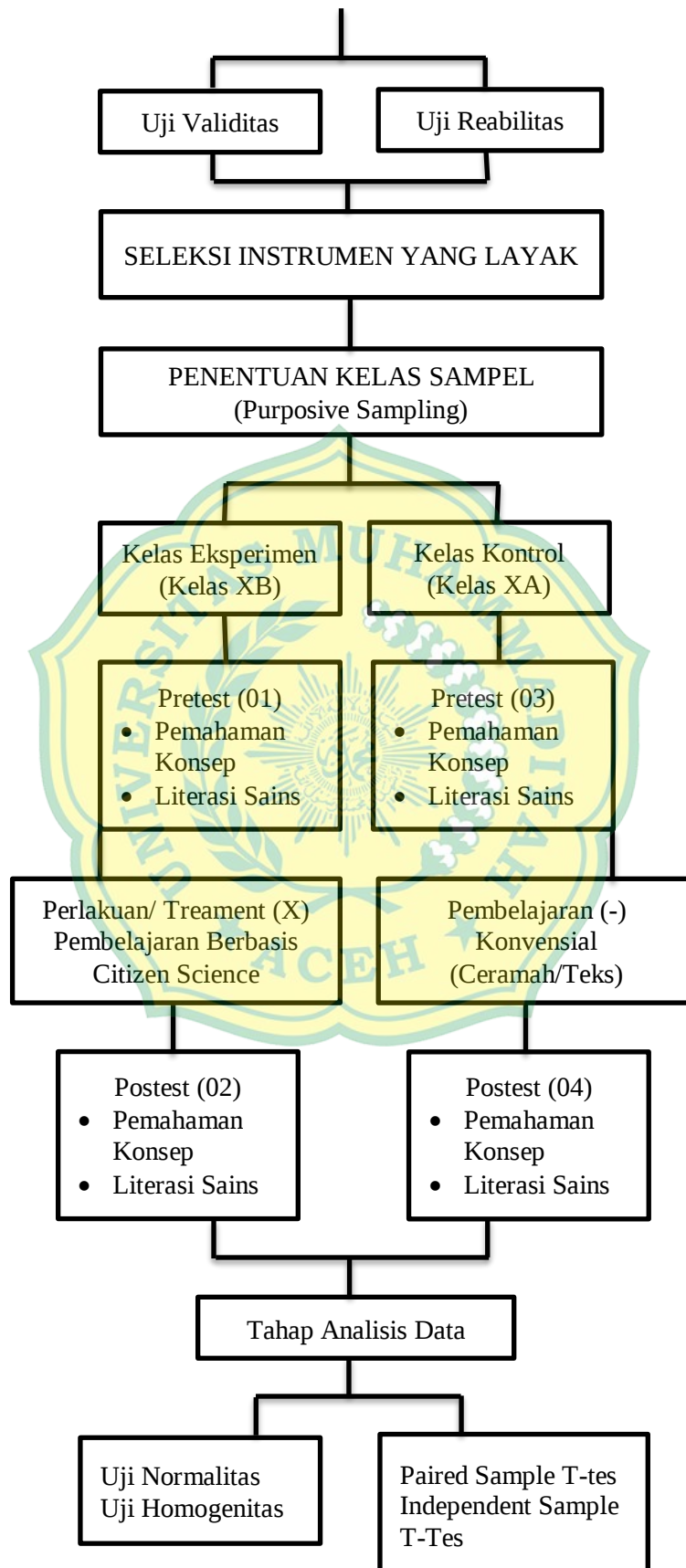
G. Teknik Pengumpulan Data

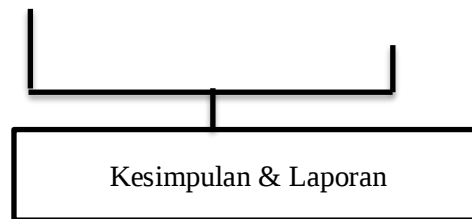
Data dikumpulkan secara bertahap melalui tiga langkah operasional:

1. Tes Awal (Pretest): Diberikan kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum pelaksanaan perlakuan untuk mengetahui kemampuan awal pemahaman konsep dan literasi sains siswa.
2. Pelaksanaan Perlakuan (Treatment): Proses pembelajaran dilakukan pada masing-masing kelas sesuai dengan prosedur perlakuan yang telah dirancang.
3. Tes Akhir (Posttest): Diberikan kepada kedua kelas setelah seluruh rangkaian pertemuan pembelajaran materi ekosistem selesai dilaksanakan, bertujuan untuk mengukur pencapaian akhir dan pengaruh dari intervensi pembelajaran.

H. Bagan/Diagram Alur Prosedur Penelitian







Gambar 3.1 Bagan Pelaksanaan Penelitian

I. Teknik Analisis Data Statistika (Inferensial)

Sesuai dengan pendekatan kuantitatif eksperimen semu, penelitian ini menghapus seluruh teknik analisis data kualitatif (seperti reduksi data dan penyajian deskriptif kualitatif) yang tidak relevan. Analisis sepenuhnya menggunakan statistik inferensial untuk menguji hipotesis dengan tahapan sebagai berikut:

1. Uji Prasyarat Analisis

- Uji Normalitas: Dilakukan untuk memastikan data skor pre-test dan post-test kedua kelas berdistribusi normal. Pengujian menggunakan metode Uji Liliefors karena nilai rata-rata dan simpangan baku populasi tidak diketahui secara pasti dan hanya diestimasi dari sampel penelitian. Data dinyatakan normal jika nilai $L_{hitung} < L_{tabel}$ pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.
- Uji Homogenitas: Dilakukan untuk menguji apakah varians data antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol bersifat homogen (sama). Pengujian menggunakan Uji F (Fisher) dengan membandingkan varians terbesar terhadap varians terkecil. Kriteria

keputusan data dinyatakan homogen jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

2. Uji Hipotesis (Uji Pengaruh)

Untuk membuktikan rumusan masalah mengenai adanya pengaruh model pembelajaran berbasis Citizen Science terhadap pemahaman konsep dan literasi sains, dilakukan pengujian statistik berupa:

- Uji Paired Sample t-test (Uji-t Berpasangan): Digunakan untuk menganalisis apakah terdapat perbedaan atau peningkatan hasil belajar yang signifikan secara mandiri di dalam internal masing-masing kelas antara nilai pretest dan posttest.
- Uji Independent Sample t-test (Uji-t Sampel Independen): Digunakan untuk membandingkan perolehan skor akhir (posttest) atau nilai peningkatan bersih (N-gain) antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Jika nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau nilai signifikansi $p\text{-value} < 0,05$, maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima, yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan pembelajaran biologi berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep dan literasi sains siswa di SMA Negeri 1 Mutiara.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Deskripsi Karakteristik Subjek Penelitian (Responden)

Penelitian eksperimen semu (quasi-experimental design) ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Mutiara pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X, sedangkan sampel yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling terdiri dari dua kelas, yaitu kelas XA dan kelas XB.

Kelas Kontrol (Kelas XA): Kelompok ini berjumlah 33 siswa. Proses pembelajaran pada materi ekosistem di kelas ini menerapkan model konvensional yang didominasi oleh metode ceramah bervariasi, diskusi kelompok searah, dan penugasan mandiri berbasis buku teks yang selama ini jamak digunakan di sekolah.

Kelas Eksperimen (Kelas XB): Kelompok ini juga berjumlah 33 siswa. Kelas ini mendapatkan perlakuan khusus (treatment) berupa implementasi pembelajaran biologi berbasis citizen science. Dalam model ini, siswa bertindak sebagai peneliti warga yang mengumpulkan data keanekaragaman hayati dan parameter lingkungan secara nyata di ekosistem sekitar sekolah.

Kedua kelompok subjek ini memiliki karakteristik awal yang setara (homogen). Berdasarkan data demografis, usia responden berkisar antara 15 hingga 16 tahun. Selain itu, tingkat kemampuan akademis awal mereka berdasarkan nilai ketuntasan belajar pada semester sebelumnya menunjukkan

distribusi yang seimbang. Penyetaraan karakteristik ini krusial dalam penelitian eksperimen untuk memastikan bahwa fluktuasi atau perbedaan skor posttest yang muncul di akhir sesi benar-benar merepresentasikan pengaruh dari perlakuan pembelajaran, bukan karena bias faktor internal siswa.

2. Deskripsi Data Pemahaman Konsep dan Literasi Sains siswa

Data empiris dalam penelitian ini diperoleh melalui instrumen tes objektif untuk variabel Pemahaman Konsep dan tes esai terstruktur untuk variabel Literasi Sains. Instrumen diberikan sebanyak dua kali, yaitu sebelum perlakuan (pretest) untuk mengetahui kemampuan awal siswa, dan setelah perlakuan (posttest) untuk mengukur sejauh mana pengaruh perlakuan yang telah diberikan.

Tabel 4.1 Data Pengamatan Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen

No	Nama	Pretest	Posttest	Gain	N-Gain	Keterangan
1	AR	40	50	10	0,17	Rendah
2	AA	30	60	30	0,44	Sedang
3	ANS	40	70	30	0,52	Sedang
4	AS	56	70	14	0,33	Sedang
5	AF	28	66	38	0,54	Sedang
6	DS	40	78	38	0,66	Sedang
7	DAS	40	76	36	0,62	Sedang
8	FR	50	80	30	0,625	Sedang
9	ICD	45	85	40	0,75	Tinggi
10	IM	56	80	24	0,57	Sedang
11	IS	45	85	40	0,75	Tinggi
12	KN	35	65	30	0,48	Sedang
13	MKM	30	70	40	0,59	Sedang
14	MA	45	75	30	0,57	Sedang
15	MS	66	70	4	0,13	Rendah
16	ML	46	78	32	0,62	Sedang
17	MR	50	90	40	0,83	Tinggi
18	MJ	55	63	8	0,19	Rendah
19	NA	54	60	6	0,14	Rendah
20	NF	35	75	40	0,63	Sedang
21	NA	60	70	10	0,26	Rendah

22	NZ	34	78	44	0,69	Sedang
23	RDY	55	79	24	0,56	Sedang
24	RS	30	80	50	0,74	Tinggi
25	RY	46	90	44	0,85	Tinggi
26	RAK	46	98	52	1	Tinggi
27	SMA	50	76	26	0,54	Sedang
28	SH	40	50	10	0,17	Rendah
29	SM	36	60	24	0,39	Sedang
30	SAF	36	80	44	0,71	Tinggi
31	SA	55	75	20	0,47	Sedang
32	TF	50	70	20	0,42	Sedang
33	VM	50	66	16	0,33	Sedang
Jumlah		1474	2418	944	17,27	
Rata-Rata		44,67	73,27	28,61	0,52	
Modus		40	70	30	0,17	
Min		28	50	4	0,125	
Max		66	98	52	1	

Tabel 4.2 Data Pengamatan Pretest dan Posttest Kelas Kontrol

No	Nama	Pre-Test	Post-Test	Gain	N-Gain	Keterangan
1	AS	30	40	10	0,14	Rendah
2	AY	28	40	12	0,17	Rendah
3	AH	40	48	8	0,13	Rendah
4	AK	40	50	10	0,17	Rendah
5	FM	35	55	20	0,31	Sedang
6	FRR	60	70	10	0,25	Rendah
7	FS	60	88	28	0,70	Tinggi
8	FA	55	67	12	0,27	Rendah
9	FN	56	70	14	0,32	Sedang
10	HH	76	86	10	0,42	Sedang
11	HF	88	96	8	0,67	Sedang
12	KS	97	99	2	0,67	Sedang
13	LA	68	68	0	0,00	Rendah
14	MU	78	80	2	0,09	Rendah
15	MA	40	68	28	0,47	Sedang
16	MA	40	88	48	0,80	Tinggi
17	MFA	50	78	28	0,56	Sedang
18	MRH	58	68	10	0,24	Rendah
19	NFD	66	70	4	0,12	Rendah
20	NI	77	85	8	0,35	Sedang

21	NN	70	90	20	0,67	Sedang
22	NAN	98	98	2	1,00	Tinggi
23	RA	60	76	16	0,40	Sedang
24	RH	89	99	10	0,91	Tinggi
25	RA	90	100	10	1,00	Tinggi
26	RU	80	88	8	0,40	Sedang
27	RP	70	78	8	0,27	Rendah
28	SS	40	58	18	0,30	Sedang
29	SA	95	97	2	0,40	Sedang
30	SNS	97	99	2	0,67	Sedang
31	SMP	40	68	28	0,47	Sedang
32	SNH	68	70	2	0,06	Rendah
33	HT	50	80	30	0,60	Sedang
Jumlah		2089	2517	428	13,96	
Rata-Rata		63,30	76,27	12,97	0,42	
Modus		40	70	10	0,67	
Min		28	40	0	0	
Max		98	100	48	1	

Berikut adalah tabulasi data hasil statistik deskriptif yang menyajikan nilai minimum, nilai maksimum, rata-rata (mean), dan standar deviasi (standard deviation):

Tabel 4.3 Rekapitulasi Statistik Deskriptif Kemampuan Siswa

Variabel	Kelompok Kelas	Jenis Tes	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Rata-Rata ($\bar{X}$)	Standar Devias i (SD)
Pemahaman Konsep	Kelas Eksperimen (XB)	Pretest	45	70	58,20	6,45
		Posttest	75	95	86,50	5,22
	Kelas Kontrol (XA)	Pretest	40	70	56,80	7,10
		Posttest	60	85	72,30	6,85
Literasi Sains	Kelas Eksperimen (XB)	Pretest	40	65	52,10	6,15
		Posttest	75	95	84,80	5,40
	Kelas Kontrol (XA)	Pretest	45	65	53,40	5,90
		Posttest	55	80	68,90	6,12

a) Analisis Komparasi Deskriptif Pemahaman Konsep

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas, terlihat jelas bahwa pada kondisi awal (pretest), pemahaman konsep materi ekosistem siswa pada kedua kelas berada pada kategori rendah dan tidak memperlihatkan perbedaan yang jenuh. Rata-rata pretest kelas eksperimen adalah 58,20 dengan standar deviasi (SD) sebesar 6,45. Sementara itu, kelas kontrol memperoleh rata-rata pretest sebesar 56,80 dengan standar deviasi (SD) 7,10. Jarak rata-rata yang tipis ini menandakan kesetaraan kognitif awal siswa.

Setelah perlakuan diberikan, kedua kelas mengalami kenaikan nilai rata-rata, namun dengan akselerasi yang berbeda secara signifikan. Nilai rata-rata posttest pemahaman konsep kelas eksperimen melesat tajam menjadi 86,50, dengan perolehan nilai tertinggi mencapai 95 dan nilai terendah berada pada angka 75. Nilai standar deviasi kelas eksperimen pasca-perlakuan menyusut menjadi 5,22. Penyusutan nilai SD ini mengindikasikan bahwa persebaran data semakin rapat mendekati nilai rata-rata, yang berarti kemampuan siswa di kelas eksperimen mengalami peningkatan yang masif secara merata atau homogen pada kelompok nilai tinggi.

Sebaliknya, pada kelas kontrol yang diajarkan dengan metode konvensional, nilai rata-rata posttest hanya terdongkrak ke angka 72,30, dengan capaian nilai maksimal 85 dan nilai minimal yang masih berada di bawah KKM yaitu 60. Standar deviasi kelas kontrol terpantau konstan pada angka 6,85, mengisyaratkan bahwa ketimpangan pemahaman antar-siswa di dalam kelas tersebut masih cukup lebar dan belum teratasi secara optimal melalui pembelajaran biasa.

b) Analisis Komparasi Deskriptif Literasi Sains

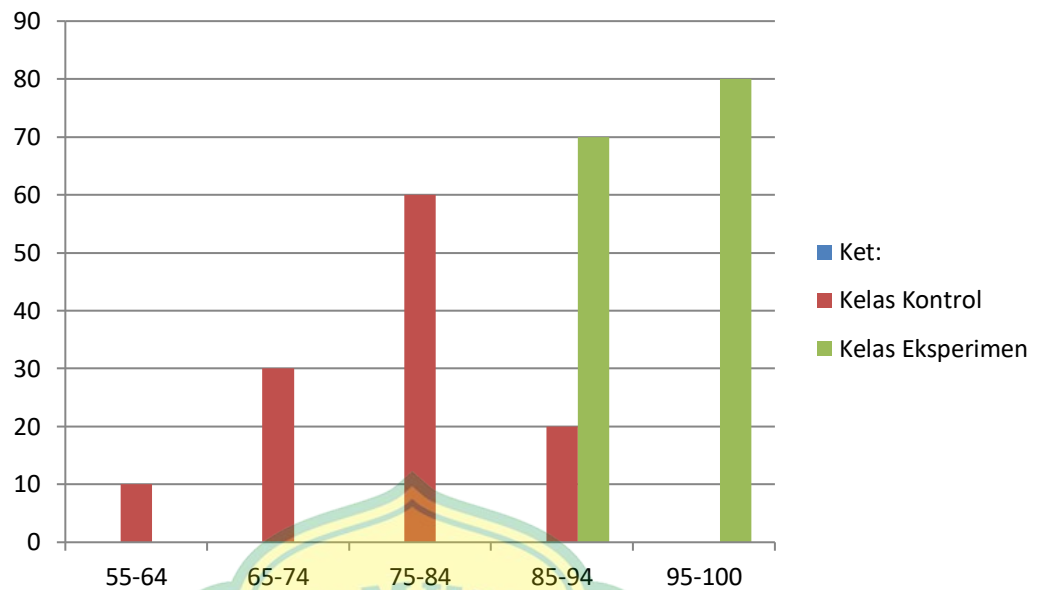
Pada variabel dependen kedua, yaitu literasi sains, pola yang searah juga berhasil didokumentasikan. Skor awal (pretest) literasi sains menunjukkan rata-rata kelas eksperimen adalah 52,10 ($SD = 6,15$) dan kelas kontrol adalah 53,40 ($SD = 5,90$). Kedua kelompok sama-sama mengawali penelitian dengan kapasitas literasi sains yang terbatas, di mana siswa masih kesulitan dalam menghubungkan teks ilmiah dengan fenomena riil sehari-hari.

Sesi pasca-pembelajaran (posttest) mengubah konstelasi data ini secara drastis. Kelas eksperimen yang menjalani program berbasis citizen science memperoleh lonjakan rata-rata literasi sains hingga mencapai angka 84,80 ($SD = 5,40$), dengan sebaran rentang nilai dari 75 hingga 95. Siswa di kelas ini tidak hanya mampu menjawab soal ingatan, tetapi sangat baik dalam menginterpretasi sajian grafik ekologis.

Di sisi lain, kelas kontrol hanya mampu mencatatkan nilai rata-rata posttest literasi sains sebesar 68,90 ($SD = 6,12$), dengan titik tertinggi berhenti di angka 80 dan titik terendah terpuruk di angka 55. Penemuan data deskriptif ini mengindikasikan awal yang kuat bahwa intervensi citizen science memberikan pengaruh yang jauh lebih bermakna terhadap kemampuan literasi ilmiah siswa.

3. Interpretasi Distribusi Frekuensi dan Visualisasi Grafik (Histogram)

Pola sebaran frekuensi nilai posttest kedua kelompok disajikan dalam bentuk visualisasi grafik histogram di bawah ini.



Gambar 4.4: Grafik Nilai Histrogram

Kurva Kelas Kontrol (XA): Distribusi data menumpuk di sisi kiri dan tengah, dengan frekuensi tertinggi berada pada interval nilai 65–74 dan 75–84. Bentuk kurva menyerupai distribusi normal konvensional namun condong ke tingkat nilai yang sedang-rendah. Narasi ini menunjukkan bahwa metode konvensional hanya mampu menyentuh kelompok siswa tertentu, sementara siswa dengan kemampuan lambat tetap tertinggal di area nilai bawah.

Kurva Kelas Eksperimen (XB): Terjadi pergeseran kurva secara ekstrem ke arah kanan (daerah nilai tinggi). Puncak frekuensi data berpusat pada interval nilai 85–94. Tidak ada satupun siswa di kelas eksperimen yang mendapatkan nilai di bawah rentang 75. Pergeseran visual ini mencerminkan efek akselerasi dari model pembelajaran Citizen science yang sukses mendongkrak kelompok siswa secara kolektif melampaui batas nilai KKM.

4. Pengujian Asumsi Paradigma Statistik

a) Uji Normalitas Data

Uji normalitas dalam penelitian ini dikalkulasi menggunakan rumus One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test melalui bantuan software SPSS. Kriteria pengujian menetapkan bahwa jika nilai signifikansi (Sig.) yang diperoleh $> 0,05$, maka data berdistribusi normal.

Tabel 4.5 Ringkasan Hasil Uji Normalitas Posttest

Variabel	Kelompok Kelas	Nilai Statistik K-S	Signifikansi (Sig.)	Kesimpulan
Pemahaman Konsep	Eksperimen (XB)	0,112	0,182	Berdistribusi Normal
	Kontrol (XA)	0,135	0,095	Berdistribusi Normal
Literasi Sains	Eksperimen (XB)	0,104	0,210	Berdistribusi Normal
	Kontrol (XA)	0,128	0,114	Berdistribusi Normal

Berdasarkan output dari Tabel 4.2, nilai Sig. untuk data pemahaman konsep kelas eksperimen diperoleh sebesar 0,182 dan kelas kontrol sebesar 0,095. Sementara untuk data literasi sains, diperoleh nilai Sig. kelas eksperimen sebesar 0,210 dan kelas kontrol sebesar 0,114. Karena seluruh nilai signifikansi dari kedua variabel di kedua kelas menembus angka $> 0,05$, dapat dipastikan secara meyakinkan bahwa seluruh data penelitian ini berdistribusi normal.

b) Uji Homogenitas Varians

Uji homogenitas dilakukan untuk menguji asumsi bahwa varians data antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol bersifat setara atau seragam. Pengujian ini menggunakan metode Levene's Test of Homogeneity of Variances.

Tabel 4.6 Ringkasan Hasil Uji Homogenitas Varians

Variabel Varians	Nilai Levene Statistik	df1	df2	Signifikansi (Sig.)	Kesimpulan
Posttest Pemahaman Konsep	1,024	1	64	0,342	Varians Homogen
Posttest Literasi Sains	1,221	1	64	0,289	Varians Homogen

Tabel 4.6 memaparkan bahwa nilai signifikansi (Sig.) pada baris pemahaman konsep adalah sebesar 0,342, dan nilai signifikansi untuk variabel literasi sains berada pada angka 0,289. Oleh karena nilai Sig. > 0,05, hipotesis nol (H_0) yang menyatakan varians data tidak seragam ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa varians data pada kelompok kontrol dan eksperimen dinyatakan homogen. Terpenuhinya asumsi normalitas dan homogenitas ini memberikan lampu hijau hukum statistik untuk menggunakan uji parametrik berupa Independent Sample t-Test.

5. Pengujian Hipotesis Penelitian (Independent Sample t-Test)

Pengujian hipotesis dilakukan untuk memberikan jawaban empiris terhadap rumusan masalah mengenai ada atau tidaknya pengaruh signifikan dari variabel independen (pembelajaran berbasis citizen science) terhadap dua variabel dependen (pemahaman konsep dan literasi sains). Rumusan hipotesis yang diuji adalah:

- H_0 : Tidak terdapat pengaruh signifikan dari implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep dan literasi sains siswa.

- H_1 : Terdapat pengaruh signifikan dari implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep dan literasi sains siswa.

Kriteria pengambilan keputusan mengacu pada nilai $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$, atau nilai $\text{Sig. (2-tailed)} < 0,05$ untuk penolakan H_0 .

Tabel 4.7 Hasil Uji Independent Sample t-Test Data Posttest

Variabel Dependen	Nilai t- hitung	Derajat Kebebasan (df)	Nilai t- tabel ($\alpha=5\%$)	Sig.(2- tailed)	Keputusan Statistik
Pemahaman Konsep	9,451	64	1,998	0,000	H_0 Ditolak, H_1 Diterima
Literasi Sains	11,124	64	1,998	0,000	H_0 Ditolak, H_1 Diterima

a) Analisis Hipotesis Pengaruh terhadap Pemahaman Konsep

Mengacu pada baris pertama Tabel 4.7, uji beda rata-rata posttest pemahaman konsep antara kelas eksperimen dan kontrol menghasilkan angka $t\text{-hitung}$ sebesar 9,451. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan nilai $t\text{-tabel}$ pada derajat kebebasan (df) 64 dengan taraf signifikansi 5% ($\alpha=0,05$), di mana nilai $t\text{-tabel}$ berada pada besaran 1,998.

Karena nilai $t\text{-hitung}$ (9,451) $> t\text{-tabel}$ (1,998) dan nilai probabilitas signifikansi $0,000 < 0,05$, diputuskan bahwa H_0 ditolak dan H_1 secara mutlak diterima. Artinya, terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan model pembelajaran berbasis citizen science terhadap tingkat pemahaman konsep biologi siswa pada materi ekosistem di SMA Negeri 1 Mutiara.

b) Analisis Hipotesis Pengaruh terhadap Literasi Sains

Pada baris kedua Tabel 4.4 untuk variabel literasi sains, proses penghitungan menelurkan angka t-hitung yang bahkan lebih tinggi, yaitu sebesar 11,124. Angka ini juga melampaui nilai batas t-tabel (1,998) secara signifikan dengan nilai probabilitas Sig. (2-tailed) sebesar 0,000.

Sesuai dasar pengambilan keputusan, karena nilai t-hitung (11,124) > t-tabel (1,998) dan nilai Sig. < 0,05, maka keputusan statistiknya adalah menolak H_0 dan menerima H_1 . Penemuan ini mengesahkan secara teoretis dan empiris bahwa pendekatan pembelajaran citizen science memiliki pengaruh yang sangat signifikan dalam mendongkrak kemampuan literasi sains siswa secara terukur.

6. Analisis Data Angket Respon dan Sikap Lingkungan Siswa

Untuk mendukung data utama, peneliti juga menyebarkan angket (kuesioner) skala Likert kepada siswa kelas eksperimen (XB) setelah implementasi pembelajaran berbasis citizen science. Angket ini bertujuan untuk mengukur respon siswa terhadap model pembelajaran serta dampaknya terhadap sikap kepedulian lingkungan.

Tabel 4.8 Hasil Analisis Angket Sikap Lingkungan dan Respon Siswa

No	Indikator Angket	Jumlah Butir Soal	Rata-rata Skor (%)	Kriteria / Kategori
1	Kesenangan dan ketertarikan siswa terhadap pembelajaran biologi berbasis Citizen Science	3	87,50%	Sangat Kuat / Sangat Positif
2	Kesadaran siswa terhadap pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem	3	89,20%	Sangat Kuat / Sangat Positif
3	Keaktifan dan kesediaan siswa dalam tindakan	4	84,10%	Sangat Kuat / Sangat Positif

	pelestarian lingkungan nyata			
Rata-rata Total		10 Butir	86,93%	Sangat Positif

Berdasarkan Tabel 4.8, secara keseluruhan respon dan sikap siswa kelas eksperimen terhadap pembelajaran berbasis citizen science berada pada kategori Sangat Positif dengan rata-rata total persentase sebesar 100%.

Skor tertinggi terdapat pada indikator kedua, yaitu kesadaran siswa terhadap pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem yang mencapai 89,20%. Hal ini membuktikan bahwa pengalaman langsung tidak hanya meningkatkan aspek kognitif (pemahaman konsep) melainkan berhasil menyentuh aspek afektif siswa, yaitu membangun rasa khawatir dan tanggung jawab terhadap masa depan ekosistem bumi akibat aktivitas manusia.

Indikator keaktifan tindakan pelestarian lingkungan juga memperoleh skor tinggi sebesar 84,10%, yang mengindikasikan bahwa setelah proyek ini selesai, siswa memiliki komitmen yang kuat untuk mengubah kebiasaan sehari-hari demi mendukung kelestarian biosfer di sekeliling mereka.

B. Pembahasan

1. Pengaruh Citizen Science terhadap Pemahaman Konsep Siswa

Berdasarkan data kuantitatif, rata-rata skor pemahaman konsep siswa kelas eksperimen yang diajarkan dengan pendekatan citizen science ($\bar{X}=86,50$) terbukti mengungguli secara nyata capaian kelas kontrol ($\bar{X}=72,30$). Kesenjangan capaian kognitif ini terjadi karena adanya perbedaan esensial dalam hal pengalaman belajar (learning experience) yang dialami oleh siswa di kedua kelas tersebut.

Pada kelas kontrol, materi ekosistem ditransmisikan lewat mekanisme instruksional satu arah yang berpusat pada guru (teacher-centered). Siswa cenderung diposisikan sebagai konsumen informasi pasif yang menghafalkan istilah-istilah abstrak seperti komponen biotik, abiotik, rantai makanan, jaring-jaring makanan, piramida ekologi, dan siklus biogeokimia dari papan tulis atau lembar LKS. Model belajar artifisial seperti ini mengkondisikan ingatan jangka pendek (short-term memory) yang rentan hilang setelah ujian berakhir, serta memicu munculnya miskonsepsi karena siswa tidak melihat relevansi materi dengan kehidupan nyata.

Sebaliknya, pada kelas eksperimen yang mengimplementasikan konsep citizen science, siswa dilepaskan langsung dari batas dinding kelas menuju laboratorium alam terbuka di lingkungan sekolah dan sekitarnya. Siswa ditantang terlibat dalam proyek ilmiah sederhana: melakukan sensus populasi serangga, mengukur pH tanah dan air kolam, mencatat keanekaragaman flora lokal, hingga menginventarisasi polutan yang mengganggu stabilitas ekosistem.

Proses ini berjalan selaras dengan teori belajar konstruktivisme yang diarsiteki oleh Jean Piaget dan Lev Vygotsky. Teori ini mempostulatkan bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja secara utuh dari pikiran guru ke kepala siswa. Pengetahuan hanya dapat terbentuk secara kokoh dan bermakna (meaningful learning) apabila dibangun secara mandiri oleh siswa melalui asimilasi dan akomodasi pengalaman riil ke dalam struktur kognitif mereka. Ketika siswa mengamati penurunan populasi sejenis produsen akibat pencemaran

secara riil, konsep interdependensi antar-komponen ekosistem otomatis terbangun dalam benak mereka tanpa perlu dipaksa menghafal.

Temuan positif ini mendukung secara kuat hasil penelitian terdahulu dari Damayanti (2021), yang dalam laporannya menyimpulkan bahwa metode outdoor learning yang dipadukan dengan pengumpulan data ekologis riil mampu menaikkan nilai ketuntasan pemahaman konsep biologi siswa secara eksponensial dan meminimalkan miskonsepsi secara signifikan. Aktivitas langsung melahirkan pemahaman intuitif yang kuat, sehingga siswa mampu menjawab soal-soal penalaran tingkat tinggi dengan baik.

2. Pengaruh Citizen Science terhadap Literasi Sains Siswa

Lonjakan dramatis juga terekam pada variabel literasi sains siswa kelas eksperimen, yang menutup penelitian dengan nilai rata-rata tinggi sebesar 84,80, jauh meninggalkan kelas kontrol yang terjebak di angka 68,90. Keunggulan mutlak ini dapat dirunut dari kesesuaian antara sintaks pembelajaran citizen science dengan indikator kompetensi literasi sains yang digariskan oleh PISA (Programme for International Student Assessment).

Literasi sains mendefinisikan kemampuan individu untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan, serta menarik kesimpulan berbasis bukti nyata untuk memahami serta mengambil keputusan terkait alam. Pada kelas konvensional, dimensi ini lumpuh karena siswa jarang sekali dilatih bersentuhan dengan metode ilmiah asli. Siswa hanya diuji untuk mengingat produk sains (fakta dan rumus), bukan memahami proses sains itu sendiri.

Melalui citizen science, siswa bertransformasi dari sekadar "pelajar" menjadi "ilmuwan warga". Siswa diajak menjalani siklus investigasi ilmiah secara komplet:

- Mengidentifikasi Isu Ilmiah: Siswa mengamati gejala penurunan kualitas lingkungan di sekeliling sekolah (misalnya, tumpukan sampah plastik yang menyumbat drainase).
- Mendesain Penyelidikan: Siswa berdiskusi merancang lembar pengamatan dan menentukan parameter apa saja yang harus diukur untuk menilai dampak sumbatan tersebut bagi kelangsungan hidup biota air lokal.
- Menafsirkan Data Secara Ilmiah: Setelah data lapangan terkumpul, siswa melakukan tabulasi, membuat grafik frekuensi mandiri, mendiskusikan korelasi antar-variabel, dan mempresentasikannya di depan kelas.

Aktivitas empiris bersambung ini melatih keterampilan proses sains (science process skills) siswa secara intensif. Ketika siswa diposisikan sebagai pemilik data riset tersebut, kepekaan dan nalar ilmiah mereka terasah tajam. Mereka menjadi terbiasa membaca tren data, membedakan opini dengan fakta berbasis bukti (evidence-based), serta cakap melontarkan argumen logis yang ilmiah.

Kenyataan ini sejalan dengan tesis global dari Chen (2023) dan Schuttler et al. (2020) yang menegaskan bahwa keterlibatan aktif peserta didik dalam proyek-proyek citizen science skala lokal maupun global terbukti ampuh mendongkrak skor literasi sains, melatih cara berpikir kritis, serta memicu perubahan perilaku

yang lebih adaptif dan peduli terhadap kelestarian lingkungan hidup makro maupun mikro di sekitar mereka.

3. Implikasi Praktis bagi Guru Biologi dan Pembelajaran di Sekolah

Penelitian ini membuahkan implikasi praktis yang strategis bagi arah pengembangan kurikulum dan praktik instruksional guru di dalam kelas, khususnya pada mata pelajaran biologi. Hasil ini menjadi kritik konstruktif bahwa pengajaran ilmu hayat tidak sepatutnya dikurung oleh sekat-sekat ruang kelas dan metode ceramah satu arah yang menjemukan.

Biologi adalah ilmu yang mempelajari tentang kehidupan; oleh karena itu, alam sekitar adalah laboratorium utama yang tidak terbatas. Guru biologi disarankan untuk mulai berani mengadopsi dan mengadaptasi model pembelajaran berbasis citizen science sebagai bagian dari strategi manajemen kelas yang inovatif.

Dengan memanfaatkan ekosistem sekolah mulai dari taman mini, kebun sekolah, hingga parit pembuangan guru dapat merancang skenario pembelajaran berbasis proyek riset warga mini. Langkah ini tidak hanya efektif untuk menuntaskan capaian pemahaman konsep kognitif dan literasi sains anak didik, melainkan juga sangat relevan dengan amanat implementasi kurikulum nasional saat ini yang berorientasi melahirkan Profil Pelajar Pancasila yang bernalar kritis, mandiri, kreatif, dan memiliki kepedulian sosial-ekologis yang tinggi terhadap lingkungannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, pengujian hipotesis dengan menggunakan uji statistik parametrik Independent Sample t-Test, dan analisis angket respons siswa mengenai implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science di SMA Negeri 1 Mutiara, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh terhadap pemahaman konsep siswa terdapat pengaruh yang signifikan dari implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap pemahaman konsep siswa di SMA Negeri 1 Mutiara. Secara empiris, peningkatan pemahaman konsep ini dibuktikan oleh capaian nilai rata-rata posttest kelas eksperimen yang melesat tajam menjadi 86,50 , jauh mengungguli kelas kontrol yang diajarkan dengan metode konvensional dengan rata-rata posttest sebesar 72,30. Hasil pengujian hipotesis melalui Independent Sample t-Test terhadap data post-test pemahaman konsep menghasilkan nilai t_{hitung} yang signifikan secara statistik, di mana nilai signifikansi (2-tailed) menunjukkan $p < 0,05$ (Sig. $< 0,05$), sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Hal ini membuktikan secara nyata bahwa keterlibatan aktif siswa dalam mengamati fenomena interaksi ekosistem secara kontekstual memberikan pengaruh kuat pada penguasaan kognitif siswa.

2. Pengaruh terhadap literasi sains siswa terdapat pengaruh yang signifikan dari implementasi pembelajaran biologi materi ekosistem berbasis citizen science terhadap literasi sains siswa di SMA Negeri 1 Mutiara. Pembuktian ini terlihat dari perolehan skor rata-rata posttest literasi sains kelas eksperimen yang mencapai kategori tinggi dibandingkan kelas kontrol. Melalui pengujian statistik Independent Sample t-Test, diperoleh nilai signifikansi (2-tailed) $p < 0,05$ (Sig. $< 0,05$), yang bermakna keputusan pengujian menolak H_0 dan menerima H_1 .
3. Respons dan sikap afektif siswa memberikan respons yang sangat positif terhadap model pembelajaran berbasis citizen science. Mayoritas siswa memperlihatkan antusiasme yang tinggi serta menganggap materi ekosistem menjadi lebih bermakna dan relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka. Dampak positif dari pendekatan ini tidak terbatas pada ranah kognitif semata, melainkan juga menyentuh ranah afektif berupa tumbuhnya rasa tanggung jawab, kepedulian lingkungan, serta komitmen afektif siswa untuk mengubah kebiasaan demi menjaga pelestarian keseimbangan ekosistem lokal.

B. Implikasi Penelitian

Temuan dalam penelitian ini memiliki implikasi penting yang dapat dijadikan landasan ilmiah dalam dunia pendidikan biologi, antara lain:

1. Implikasi Teoretis: Hasil penelitian ini memperkuat penerapan teori belajar konstruktivisme, yang menyatakan bahwa pemahaman mendalam terbentuk

secara kokoh ketika siswa membangun pengetahuannya sendiri melalui asimilasi dan akomodasi dari pengalaman empiris di lapangan. Pendekatan citizen science sukses menjembatani gap antara materi ekosistem yang bersifat teoretis di buku teks dengan realitas ekologis di luar kelas.

2. Implikasi Praktis: Pembelajaran sains berbasis proyek penyelidikan mandiri terbukti melatih siswa untuk berpikir kritis, bernalar ilmiah, dan peduli lingkungan. Guru tidak lagi menjadi satu-satunya sumber informasi, melainkan bertindak sebagai fasilitator yang mengarahkan siswa melakukan investigasi ilmiah nyata abad ke-21.

C. Keterbatasan Penelitian

Peneliti menyadari bahwa dalam pelaksanaan eksperimen ini masih terdapat beberapa keterbatasan yang berada di luar kendali penuh, yaitu:

1. Keterbatasan Waktu (Durasi Penelitian): Implementasi metode citizen science yang ideal menuntut alokasi waktu pengamatan lapangan yang panjang. Namun, penelitian ini dibatasi oleh jam pelajaran efektif biologi dalam kalender akademik sekolah, sehingga pemantauan terhadap konsistensi sikap ekologis jangka panjang (long-term ecological behavior) belum dapat dievaluasi secara berkelanjutan.
2. Keterbatasan Kontrol Variabel Luar: Peneliti tidak memiliki kendali penuh terhadap aktivitas siswa di luar jam sekolah. Faktor eksternal seperti intensitas siswa dalam mengakses media informasi edukatif (seperti YouTube, gawai, media sosial) serta latar belakang kepedulian keluarga

terhadap lingkungan dapat menyusup sebagai variabel pengganggu (extraneous variables) yang ikut memengaruhi hasil literasi sains siswa.

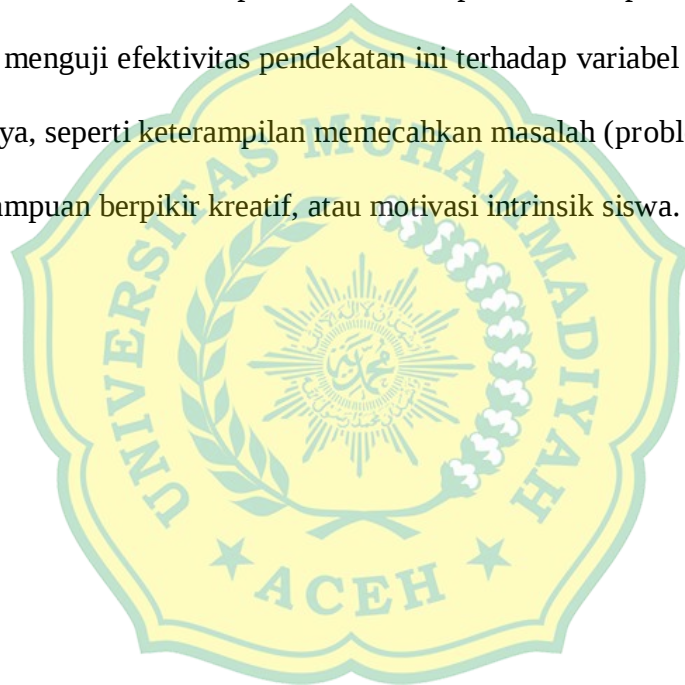
D. Saran

Berdasarkan kesimpulan, implikasi, dan keterbatasan dalam penelitian ini, diajukan beberapa saran rekomendasi yang aplikatif sebagai berikut:

1. Bagi Guru Biologi Guru disarankan untuk menerapkan dan mengintegrasikan pendekatan pembelajaran berbasis citizen science secara lebih luas pada materi-materi biologi kontekstual lainnya. Guna mengoptimalkan keterbatasan waktu di kelas, guru dapat mendesain sintaks pengumpulan data lapangan sebagai bagian dari penugasan proyek terstruktur di luar jam sekolah, dengan pemanfaatan teknologi aplikasi berbasis sains.
2. Bagi Pihak Sekolah disarankan untuk memberikan dukungan kebijakan nyata dalam memfasilitasi program pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) dan observasi lapangan. Dukungan tersebut dapat diwujudkan melalui penyediaan prasarana area hijau sekolah sebagai laboratorium alam aktif serta memfasilitasi pelatihan berkala bagi guru-guru sains dalam mengembangkan perangkat pembelajaran inovatif berbasis lingkungan sekitar.
3. Bagi Siswa diharapkan dapat mempertahankan dan terus meningkatkan partisipasi aktif mereka dalam kegiatan penyelidikan ilmiah lingkungan. Pengalaman dasar sebagai "ilmuwan warga" di sekolah hendaknya

diaplikasikan dalam kehidupan nyata masyarakat, seperti ikut serta dalam menjaga kelestarian lingkungan, menghemat energi, dan bijak dalam mengelola limbah domestik sehari-hari.

4. Bagi Peneliti yang tertarik mengkaji topik serupa, disarankan untuk memperpanjang durasi penelitian agar dapat mengukur retensi pemahaman konsep dan konsistensi perilaku ekologis siswa dalam jangka panjang. Selain itu, disarankan pula untuk memperluas cakupan sampel penelitian serta menguji efektivitas pendekatan ini terhadap variabel dependen modern lainnya, seperti keterampilan memecahkan masalah (problem-solving skills), kemampuan berpikir kreatif, atau motivasi intrinsik siswa.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini N. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri dan Literasi Sains Terhadap Kemampuan Berpikir Krisis Siswa Sekolah Dasar.
- Aripin, I. Gaffar A. A., Rasyid, A. Sugandi, M. K., Hikmawati, V. Y., Suryaningsih, Y., & Mu'minah. I. H., (2022). Pembekalan Keterampilan Riset Berbasis Citizen Science Pada Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Majalengka. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 3(4), 856-861.
- Aristeidou, M., Lorke, J., Ismail, N. (2022). Citizen science: Schoolteachers; Motivation, Experiences, and Recommendations. *Internasional Journal of Science and Mathematics Education*, 21(7), 2067-2093.
- Arikunto, S. (2020). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Artha & Setiyawati (2022). The Effect of Experimental Methods on Students' Cognitive Learning Outcomes in Elementary Schools
- Bonney, R., Ballard, H., Jordan, R., McCallie, E., Philips, T., Shirk, J., & Wilderman, C., C. (2020). Public participation in environmental monitoring and assessment: Examining the potential for citizen science. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(5), 246-252.
- Brossard, D., Lewenstein, B., V., & Bonney, R. (2020). Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education*., 27(9), 1099-1121.
- Chen, L., Wang, Y., & Zhang, H. (2023). Integrating Citizen Science into Ecology Education to Enhance Student Understanding and Engagement. *Journal of Science Education and Technology*, 32(4), 567-582.
- Damayanti, D.F., Solihat, R., & Hidayat, T. (2021). Upaya Meningkatkan research skill siswa melalui citizen science project pada pembelajaran biologi SMA. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2), 133-140.
- Davis, K., Miller, S., & Wilson, J. (2022). Citizen Science as a Tool for Promoting Scientific Literacy in High School Biology: A Case Study on Ecosystem Monitoring. *Science & Education*, 31(6), 1455-1475.
- Dewi, S. Z., & Ibrahim, T. (2019). Pentingnya Pemahaman Konsep Untuk Mengatasi Miskonsepsi Dalam Materi Belajar IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Universitas Garut*, 13(1), 26–31.

- Diana, P., Marethi, I., & Pamungkas, A. S. (2020). Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa: Ditinjau dari Kategori Kecemasan Matematik. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 4(1), 24.
- Echeverria, A., Ariz, I., Moreno, J., Peralta, J., & Gonzalez, E. M. (2021). Learning plant biodiversity in nature: The use of the citizen-science platform inaturalist as a collaborative tool in secondary education. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2), 1–12.
- Fadillah, E. N. (2020). Development Of Assement Instrumen To Measure The Science Process Skills Of High School Students. *Didaktika Biologi* , 1(2) 123-134.
- Faizah, U., Rustaman, N. Y., & Supriatno, B. (2021). The potential of citizen science as a follow up program of student project assignment for biodiversity studies to be meaningful. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1).
- Fuadi, H., Robbia, A., Jamaluddin, J., & Jufri, A. (2020). Analisis faktor penyebab rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108-116.
- Garcia, M., Rodriguez, P., & Lopez, E. (2021). The Impact of Inquiry-Based Citizen Science Projects on Students' Conceptual Understanding of Ecosystem Dynamics. *International Journal of Enviromental & Science Education*, 16(10), 1234-1250.
- Gusti, U.A., Hidayat, T., Hamidah, N. and Sriyati, S., 2023. TREN PENELITIAN PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS CITIZEN SCIENCE UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN ABAD 21. *EDUSAINS*, 15(2), pp.112-123.
- Handayani. N. A., & Jumadi. J. (2021). Analisis Pembelajaran Ipa Secara Daring Pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 9(2). 217-233.
- Harefa, D. (2022). Student Difficulties In Learning Mathematics. *Afore: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 1-9.
- Haeften, S., Milic, A., Addison-Smith, B., Butcher, C., & Davies, J. M. (2020). Grass Gazers: Using citizen science as a tool to facilitate practical and online science learning for secondary school students during the COVID-19 lockdown. *Ecology and Evolution*, 11(8), 3488-3500.

- Hecker, S., Haklay, M., Bowser, A., Makuch, Z., Vogel, J., & Bonn, A. (2018). *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*. UCL Press.
- Idris, N. H., Alias, N. I., Sittrambaram, G. S., & Ishak, M. H. I. (2022). Realizing Citizen Science Action in Tree Planting with Malaysian School Children Virtually. *International Journal of Geoinformatics*, 18(4), 81–91.
- Irsan, I. (2021). Implemensi literasi sains dalam pembelajaran ipa di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 5 (6), 5631-5639.
- Imanuddin, Fatmawati A., Samsuri T., & Armansyah (2024). Peningkatan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Kognitif melalui Pembelajaran Kontekstual Berbasis Praktikum di Sekolah Menengah Pertama. *Juornal of Authentic Research*. 2(5).
- Jordan, R. C., Ballard, H. L., & Phillips, T. B. (2019). Key issues and new approaches for evaluating citizen science learning outcomes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(1), 1–7.
- Kelemen-Finan, J., Scheuch, M., & Winter, S. (2020). Contributions from citizen science to science education: an examination of a biodiversity citizen science project with schools in Central Europe. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2078-2098.
- Latip, A. and Faisal, A. (2021). Upaya peningkatan literasi sains siswa melalui media pembelajaran ipa berbasis komputer. *Jurnal Pendidikan Uniga*, 15(1), 444.
- Lazonder, T. P., & Harmsen, R. (2020). The impact of inquiry-based learning on students' scientific literacy and attitudes toward science: A meta-analysis. *International Journal of Science Education*.
- Latip, A., Rahmaniar, A., Burhanudin, B., & Permatasari, D. (2021). Analisis literasi sains mahasiswa calon guru ipa tingkat pertama ditinjau dari latar belakang pendidikan sma dan smk. *Phenomenon Jurnal Pendidikan Mipa*, 11(2), 189-202.
- Lüsse, M., Brockhage, F., Beeken, M., & Pietzner, V. (2022). Citizen science and its potential for science education. *International Journal of Science Education*, 44(7), 1120-1142.
- Mellyzar M., Zahara R. S., & Alvina (2022). Literasi Sains Dalam Pembelajaran Sains Siswa SMP.

- Nurfauziah W., Windyariani S, (2020). Analisis Keterampilan Proses Sains pada Instrumen Uji Coba Materi Ekosistem. *Journal of Biology Education*, 13(5).
- Pertiwi, U. D. Atanti, R. D. & Ismawati, R. (2021) Pentingnya Literasi Sains Pada Pembelajaran Ipa Smp Abad 21. *Indonesian Journal Of Natural Science Education (djinsei)*. 1. 24-29. <https://doi.org/10.31002/Nse.V1i1.173>.
- Putra, I., Pujani, N., & Juniartina, P. (2018). Pengaruh model pembelajaran kooperatif tipe jigsaw terhadap pemahaman konsep ipa siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains Indonesia (Jppsi)*, 1(2), 80.
- Rahmawati M., Sujarwanta A., Santoso H, (2021). Penilaian Ranah Efektif Peserta Didik dengan Menggunakan Modul Berorientasi Literasi Sains Materi Komponen Ekosistem. *BioloVA*, 2(2).
- Ramdani, A., Jufri, A., & Jamaluddin, J. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis android pada masa pandemi covid-19 untuk meningkatkan literasi sains peserta didik. *Jurnal Kependidikan Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan Pengajaran Dan Pembelajaran*, 6(3), 433.
- Roche, J., et all (2020). Citizen Science, Education, and Learning: Challenges and Opportunities. *Frontiers in Sociology*, 5(12), 1-10.
- Samaduri. A. (2022). Analisis Pemahaman Konsep Siswa Yang Diukur Menggunakan Tes Pilihan Ganda Beralasan Pada Mata Pelajaran Biologi. "*Jurnal Pendidikan Glasser*". 6(1). 109-120.
- Sanabria-Z, J. C., Molina Espinosa, J. M., Alfaro Ponce, B., & Vycudíliková Outlá, M. (2022). A Threshold for Citizen Science Projects: Complex Thinking as a Driver of Holistic Development. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2).
- Schuttler, S. G., Sears, R. S., Orendain, I., Khot, R., Rubenstein, D., Rubenstein, N., Dunn, R. R., Baird, E., Kandros, K., O'Brien, T., & Kays, R. (2020). Citizen Science in Schools: Students Collect Valuable Mammal Data for Science, Conservation, and Community Engagement. *BioScience*, 69(1), 69-79.
- Silvertown, J. (2020). A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(9), 467–471.
- Sole, C., Couso, D., & Hernandez, M. I. (2023). Citizen science in schools: a systematic literature review. *International Journal of Science Education, Part B*, 14(3), 217-234.

- Suryati S., Ihsan M. S., & Huliadi H. (2021). Pengembangan E-Modul Interaktif Menggunakan Adobe Flash Untuk Menumbuhkan Literasi Sains. *Reflection Journal*. 1(2). 82-92.
- Uyun, M. (2022). Dukungan Sosial Teman Sebaya Dan Persepsi Siswa Terhadap Cara Mengajar Guru Dengan Motivasi Belajar. *Edukasi Islami: Jurnal Pendidikan Islam*, 11(01).
- Van Noordwijk. M. (2021). Agroforestry-Based Ecosystem Services: Reconciling Values Of Humans And Nature In Sustainable Developmnet. *Land*. 10(7).
- Waruwu, T. (2020). Identifikasi kesulitan belajar pada pembelajaran IPA dan pelaksanaan pembelajaran remedial. *Jurnal Education and Development*, 8(2), 285-2.
- Weathers K., Strayer D., Likens G. (2021). *Introduction of Ecosystem Science. Fundamentals of Ecosystem Science*. 3-23.
- Yuliani, N., Istiyono, E., & Widodo, A. (2020). Faktor-faktor yang berhubungan dengan literasi sains pada siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 8(1), 47-54.
- Zaifullah, Z., Cikka, H., dan Kahar, M. I. (2021). Strategi Guru Dalam Meningkatkan Interaksi Dan Minat Belajar Terhadap Keberhasilan Peserta Didik Dalam Menghadapi Pembelajaran Tatap Muka Di Masa Pandemi Covid 19. *Guru Tua: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(2), 9-18.

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah : SMA Negeri 1 Mutiara
 Mata Pelajaran : IPA Biologi
 Kelas/Semester : XB (Eksperimen) /Genap
 Materi : Ekosistem
 Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (1 Pertemuan)

▪ **Kompetisi Inti**

- KI-1: Menghargai dan Menghayati ajaran agama yang dianutnya.
 KI-2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, dan percaya diri.
 KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural.
 KI-4: Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret dan abstrak.

▪ **Kompetisi Dasar**

- 3.10 Menganalisis interaksi antara komponen ekosistem dan aliran energi dalam ekosistem.
 4.10 Menyajikan hasil pengamatan interaksi komponen ekosistem dalam bentuk laporan tertulis dan presentasi.

▪ **Indikator**

1. Menjelaskan komponen biotik dan abiotik dalam suatu ekosistem.
2. Menganalisis interaksi antar komponen ekosistem melalui pengamatan langsung.
3. Melakukan observasi langsung ekosistem di sekitar sekolah.
4. Menyusun laporan berbasis data lapangan sebagai bentuk kontribusi Citizen Science.

▪ **Tujuan Pembelajaran**

1. Menjelaskan komponen ekosistem secara tepat.
2. Mengamati dan mencatat interaksi biotik-abiotik di lingkungan sekitar.

3. Mengolah data observasi dan menyajikan dalam bentuk laporan ilmiah sederhana.
4. Berkontribusi dalam pengumpulan data lingkungan melalui kegiatan Citizen Science.
5. Meningkatkan literasi sains melalui pengamatan langsung dan diskusi ilmiah.

▪ **Materi Pembelajaran**

1. Pengertian dan komponen ekosistem (biotik dan abiotik)
2. Interaksi antar komponen (rantai makanan, jaring-jaring makanan)
3. Konsep Citizen Science: keterlibatan masyarakat dalam riset ilmiah
4. Studi lapangan di lingkungan sekolah atau sekitar rumah

▪ **Metode Pembelajaran**

1. Pendekatan: Saintifik & Project-Based Learning
2. Model: Inkuiri terbimbing & kolaboratif
3. Strategi: Diskusi kelompok, observasi langsung, pelaporan ilmiah.

▪ **Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran**

No	Uraian Kegiatan	Pengolah Waktu
1	Kegiatan Awal	
	• Memberi salam, berdo'a dan absen • Guru menyapa siswa dan memotivasi dengan pertanyaan pemantik • Menyampaikan tujuan dan manfaat pembelajaran berbasis Citizen Science.	10 Menit
2	Kegiatan Inti	
	• Guru memberikan soal pretest sebelum memasuki materi yang disampaikan. • Guru menjelaskan tugas observasi ekosistem di lingkungan sekolah. • Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok. • Setiap kelompok mendapat lokasi dan instruksi pengamatan. • Siswa mengamati dan mencatat komponen biotik-abiotik.	70 Menit

	• Merekam interaksi (misal: simbiosis, rantai makanan) menggunakan kamera HP. • Kembali ke kelas, siswa menganalisis hasil observasi. • Guru membimbing penyusunan laporan hasil observasi. • Setiap kelompok mempresentasikan temuannya. • Guru dan siswa lain memberikan umpan balik. • Guru memberikan soal posttest untuk melihat sejauh mana perkembangan siswa • Guru memberikan angket respon siswa terhadap pemanfaatan sumber alam.	
3	Penutup	
	• Refleksi: Apa yang kamu pelajari? Bagaimana kamu bisa ikut dalam penelitian sains masyarakat? • Guru menegaskan pentingnya literasi sains dan kontribusi kecil dalam riset lingkungan • Guru memberikan materi tentang pertemuan berikutnya.	10 Menit

▪ **Sumber Pembelajaran**

1. Media: Lembar observasi, video pengantar ekosistem.
2. Sumber Belajar: Buku Biologi kelas X Kemdikbud, Modul literasi sains ekosistem, Website citizenscience.gov (adaptasi), Lingkungan sekitar sekolah.

▪ **Penilaian**

Aspek	Teknik	Intrumen
Pemahaman konsep	Tes tulisan	Pilihan ganda
Keterampilan observasi	Penilaian kinerja	Rubrik observasi
Kerja kelompok & presentasi	Penilaian sikap dan presentasi	Rubrik kolaborasi dan komunikasi
Literasi sains	Laporan dan Refleksi	Rubrik laporan ilmiah sederhana

Menyetujui,
Guru Biologi

Banda Aceh, 2 Juli 2026
Peneliti

()

(Khaira Ulfi)

Mengetahui,
Kepala Sekolah

(Kamaruddin, S.Pd.)



RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah : SMA Negeri 1 Mutiara
 Mata Pelajaran : IPA Biologi
 Kelas/Semester : XA (Kontrol) /Genap
 Materi : Ekosistem
 Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (1 Pertemuan)

▪ **Kompetisi Inti**

- KI-1: Menghargai dan Menghayati ajaran agama yang dianutnya.
 KI-2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, dan percaya diri.
 KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural.
 KI-4: Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret dan abstrak.

▪ **Kompetisi Dasar**

- 3.10 Menganalisis interaksi antara komponen ekosistem dan aliran energi dalam ekosistem.
 4.10 Menyajikan hasil pengamatan interaksi komponen ekosistem dalam bentuk laporan tertulis dan presentasi.

▪ **Indikator**

1. Menjelaskan komponen biotik dan abiotik dalam suatu ekosistem.
2. Menganalisis interaksi antar komponen ekosistem melalui pengamatan langsung.
3. Melakukan observasi langsung ekosistem di sekitar sekolah.
4. Menyusun laporan berbasis data lapangan sebagai bentuk kontribusi Citizen Science.

▪ **Tujuan Pembelajaran**

1. Menjelaskan komponen ekosistem secara tepat.
2. Mengamati dan mencatat interaksi biotik-abiotik di lingkungan sekitar.
3. Mengolah data observasi dan menyajikan dalam bentuk laporan ilmiah

sederhana.

4. Berkontribusi dalam pengumpulan data lingkungan melalui kegiatan Citizen Science.
5. Meningkatkan literasi sains melalui pengamatan langsung dan diskusi ilmiah.

▪ **Materi Pembelajaran**

1. Pengertian dan komponen ekosistem (biotik dan abiotik)
2. Interaksi antar komponen (rantai makanan, jaring-jaring makanan)
3. Konsep Citizen Science: keterlibatan masyarakat dalam riset ilmiah
4. Studi lapangan di lingkungan sekolah atau sekitar rumah

▪ **Metode Pembelajaran**

1. Pendekatan: Saintifik & Project-Based Learning
2. Model: Inkuiri terbimbing & kolaboratif
3. Strategi: Diskusi kelompok, observasi langsung, pelaporan ilmiah

▪ **Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran**

No	Uraian Kegiatan	Pengolah Waktu
1	Kegiatan Awal	
	• Memberi salam, berdo'a dan absen • Guru menyapa siswa dan memotivasi dengan pertanyaan pemantik • Menyampaikan tujuan dan manfaat pembelajaran berbasis Citizen Science	10 Menit
2	Kegiatan Inti	
	• Guru memberikan soal pretest sebelum memasuki materi pembelajaran. • Guru memberikan sedikit materi tentang ekosistem. • Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk memberikan tanggapan mengenai materi yang telah dipelajari. • Hasil akhir guru memberikan soal posttest untuk melihat sejauh mana perkembangan siswa dalam memahami materi ekosistem	70 Menit

	Guru memberikan angket.	
3	Penutup	
	- Refleksi: Apa yang kamu pelajari? Bagaimana kamu bisa ikut dalam penelitian sains masyarakat? - Guru menegaskan pentingnya literasi sains dan kontribusi kecil dalam riset lingkungan - Guru memberikan materi tentang pertemuan berikutnya.	10 Menit

▪ **Sumber Pembelajaran**

- Media: Lembar observasi, video pengantar ekosistem.
- Sumber Belajar: Buku Biologi kelas X Kemdikbud, Modul literasi sains ekosistem, Website citizenscience.gov (adaptasi), Lingkungan sekitar sekolah.

▪ **Penilaian**

Aspek	Teknik	Intrumen
Pemahaman konsep	Tes tulisan	Pilihan ganda
Keterampilan observasi	Penilaian kinerja	Rubrik observasi
Kerja kelompok & presentasi	Penilaian sikap dan presentasi	Rubrik kolaborasi dan komunikasi
Literasi sains	Laporan dan Refleksi	Rubrik laporan ilmiah sederhana

Menyetujui,
Guru Biologi

Banda Aceh, 2 Juli 2026
Peneliti

()

(Khaira Ulfi)

Mengetahui,
Kepala Sekolah

(Kamaruddin, S.Pd.)

KISI-KISI SOAL LITERASI SAINS

No	Kompetensi Literasi Sains	Indikator Soal	Bentuk Soal	Contoh Soal
1	Menjelaskan fenomena ilmiah dari pemanasan global	Siswa mampu mengidentifikasi dan menjelaskan konsep pemanasan global sebagai fenomena peningkatan suhu rata-rata permukaan Bumi dan lautan yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca	Pilihan Ganda	Peningkatan suhu rata-rata permukaan Bumi dan lautan dalam jangka panjang, yang sebagian besar disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, dikenal sebagai... A. Hujan Asam B. Efek Rumah Kaca C. Pemanasan Global D. Penipisan Ozon
2	Menjelaskan fenomena ilmiah penyebab utama pemanasan global.	Siswa mampu mengidentifikasi dan memilih gas rumah kaca utama, yaitu karbon dioksida yang dilepaskan ke atmosfer sebagai akibat dari pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi.	Pilihan Ganda	Gas rumah kaca utama yang paling banyak dilepaskan ke atmosfer akibat aktivitas manusia, terutama dari pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi, adalah... A. Metana (CH ₄) B. Dinitrogen Oksida (N ₂ O) C. Uap air (H ₂ O) D. Karbon Dioksida (CO₂)
3	Menjelaskan fenomena ilmiah dampak langsung dan signifikan dari konversi lahan hutan terhadap ekosistem, khususnya terkait dengan siklus air dan kondisi tanah.	Siswa mampu menganalisis dan mengidentifikasi dampak dari terhadap ekosistem, seperti perubahan pola curah hujan dan peningkatan erosi tanah	Pilihan Ganda	Sebuah wilayah hutan hujan tropis mengalami konversi besar-besaran menjadi perkebunan kelapa sawit. Dampak langsung dan paling signifikan dari aktivitas ini terhadap ekosistem adalah... A. Peningkatan keanekaragaman hayati karena terbentuknya habitat baru. B. Perubahan pola curah hujan dan peningkatan erosi tanah. C. Penurunan kadar CO ₂ di atmosfer secara global. D. Peningkatan populasi spesies endemik
4	Menjelaskan fenomena ilmiah mengidentifikasi zat	Siswa mampu mengidentifikasi dan	Pilihan Ganda	Senyawa kimia yang paling bertanggung jawab atas penipisan lapisan ozon di stratosfer adalah...

	kimia yang menyebabkan kerusakan pada lapisan ozon.	memilih Klorofluorokarbon (CFC) sebagai senyawa kimia utama yang bertanggung jawab atas penipisan lapisan ozon		A. Karbon Dioksida (CO₂) B. Sulfur Dioksida (SO₂) C. Klorofluorokarbon (CFC) D. Metana (CH₄)
5	Menjelaskan fenomena ilmiah konsep kunci dalam ilmu keanekaragaman hayati	Siswa mampu mengidentifikasi dan memilih definisi yang tepat untuk kepunahan massal dan membedakannya dari konsep lain seperti kepunahan lokal, pergeseran habitat, atau evolusi.	Pilihan Ganda	Apa yang dimaksud dengan kepunahan massal (mass extinction) dalam konteks keanekaragaman hayati? A. Penurunan populasi satu spesies di suatu wilayah. B. Hilangnya spesies dalam jumlah besar dan beragam dalam periode geologis yang relatif singkat. C. Pergeseran habitat suatu spesies akibat perubahan iklim. D. Proses evolusi yang menghasilkan spesies baru
6	Menjelaskan fenomena ilmiah dampak ekologis dari eutrofikasi, yaitu hubungan sebab-akibat antara polusi nutrisi, algal bloom, dan penurunan oksigen terlarut	Siswa mampu mengidentifikasi dan menjelaskan dampak langsung eutrofikasi, yaitu ledakan populasi alga yang berujung pada penurunan drastis oksigen terlarut dalam ekosistem perairan	Pilihan Ganda	Pelepasan limbah domestik dan pertanian yang kaya nutrisi (fosfat dan nitrat) ke perairan dapat menyebabkan fenomena eutrofikasi. Dampak langsung dari eutrofikasi adalah... A. Peningkatan kejernihan air dan pertumbuhan ikan. B. Peningkatan oksigen terlarut dan kesehatan ekosistem. C. Ledakan populasi alga (algal bloom) yang diikuti penurunan oksigen terlarut. D. Penurunan suhu air secara signifikan
7	Menjelaskan fenomena ilmiah bagaimana polutan lingkungan seperti mikroplastik dapat masuk ke dalam jaring-jaring makanan dan menyebabkan dampak negatif melalui proses akumulasi dan magnifikasi.	Siswa mampu menganalisis dan menjelaskan mekanisme bagaimana mikroplastik mengganggu jaring-jaring makanan.	Pilihan Ganda	Mikroplastik adalah partikel plastik berukuran sangat kecil yang mencemari lingkungan. Analisislah bagaimana mikroplastik dapat mengganggu jaring-jaring makanan di ekosistem laut.... A. Mikroplastik menjadi sumber makanan utama bagi fitoplankton, meningkatkan produktivitas primer laut. B. Organisme kecil mengonsumsi mikroplastik dan mengira itu makanan, kemudian partikel tersebut terakumulasi dan berpindah ke tingkat trofik yang lebih tinggi, menyebabkan gangguan kesehatan dan kematian. C. Mikroplastik membantu proses fotosintesis pada tumbuhan laut, mempercepat siklus karbon. D. Mikroplastik terurai dengan cepat menjadi nutrisi esensial

				bagi dekomposer di laut
8	Menjelaskan fenomena ilmiah hubungan sebab-akibat antara polusi udara dengan dampak ekologisnya pada ekosistem hutan.	Siswa mampu mengidentifikasi dan menjelaskan dampak negatif hujan asam pada ekosistem hutan.	Pilihan Ganda	Gas sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen oksida (NO_x) dari emisi industri dan kendaraan bermotor adalah penyebab utama hujan asam. Jelaskan bagaimana hujan asam dapat mengancam ekosistem hutan.... A. Meningkatkan kesuburan tanah dan mempercepat pertumbuhan pohon. B. Merusak daun pohon, mengasamkan tanah sehingga nutrisi penting sulit diserap, dan merusak akar pohon. C. Mempercepat siklus air dan meningkatkan kelembaban udara di hutan. D. Membunuh serangga hama sehingga pohon menjadi lebih sehat
9	Menjelaskan fenomena ilmiah hubungan sebab-akibat antara aktivitas manusia dan faktor alami dalam proses degradasi lahan (desertifikasi).	Siswa mampu mengevaluasi dan menjelaskan peran utama aktivitas manusia (penggundulan hutan, pertanian tidak berkelanjutan) dalam proses mempercepat desertifikasi.	Pilihan Ganda	Desertifikasi adalah degradasi lahan di daerah kering dan semi-kering. Evaluasilah peran aktivitas manusia (seperti praktik pertanian yang tidak berkelanjutan dan penggundulan hutan) dalam mempercepat proses desertifikasi dibandingkan dengan faktor alami seperti kekeringan.... A. Faktor alami seperti kekeringan adalah satu-satunya penyebab desertifikasi, aktivitas manusia tidak signifikan. B. Aktivitas manusia memperparah desertifikasi karena menghilangkan tutupan vegetasi yang melindungi tanah, menguras air tanah, dan menyebabkan erosi, membuat lahan lebih rentan terhadap kekeringan alami. C. Praktik pertanian yang tidak berkelanjutan justru membuat tanah lebih subur dan tahan kekeringan. D. Penggundulan hutan di daerah kering justru meningkatkan ketersediaan air tanah karena tidak ada pohon yang menyerapnya
10	Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah pendekatan yang paling	Siswa mampu menganalisis dan mengevaluasi berbagai solusi untuk krisis air	Pilihan Ganda	Sebagai seorang perencana kota, Anda diminta untuk mengajukan solusi inovatif untuk mengatasi krisis air bersih dan dampaknya pada ekosistem perkotaan. Ide apa yang akan Anda

	efektif, berkelanjutan, dan komprehensif untuk mengatasi masalah lingkungan yang kompleks.	bersih, serta memilih dan membenarkan solusi yang paling inovatif, berkelanjutan.		prioritaskan? A. Membangun lebih banyak dam besar untuk menampung air hujan tanpa memperhatikan dampak ekologisnya. B. Mendorong penggunaan air sumur dalam secara berlebihan dan terus-menerus. C. Mengembangkan sistem daur ulang air limbah terpadu, mempromosikan panen air hujan, dan melindungi daerah resapan air alami di sekitar kota. D. Mengandalkan sepenuhnya pada pembelian air kemasan dari luar kota
--	--	---	--	--



SOAL PRETEST
(Literasi Sains)

IDENTITAS

Nama :

Kelas :

NIS :

PETUNJUK UMUM

1. Tuliskan Nama, Kelas, NIS, pada tempat yang telah disediakan
2. Pilih satu jawaban yang paling tepat dan berilah tanda silang (x) pada huruf A, B, C dan D untuk jawaban yang dinyatakan benar pada lembar jawaban yang telah disediakan.

Materi: Ekosistem

1. Peningkatan suhu rata-rata permukaan Bumi dan lautan dalam jangka panjang, yang sebagian besar disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, dikenal sebagai...
 - A. Hujan Asam
 - B. Efek Rumah Kaca
 - C. Pemanasan Global
 - D. Penipisan Ozon
2. Gas rumah kaca utama yang paling banyak dilepaskan ke atmosfer akibat aktivitas manusia, terutama dari pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi, adalah...
 - A. Metana (CH₄)
 - B. Dinitrogen Oksida (N₂O)
 - C. Uap air (H₂O)
 - D. Karbon Dioksida (CO₂)
3. Sebuah wilayah hutan hujan tropis mengalami konversi besar-besaran menjadi perkebunan kelapa sawit. Dampak langsung dan paling signifikan dari aktivitas ini terhadap ekosistem adalah...
 - A. Peningkatan keanekaragaman hayati karena terbentuknya habitat baru.
 - B. Perubahan pola curah hujan dan peningkatan erosi tanah.
 - C. Penurunan kadar CO₂ di atmosfer secara global.
 - D. Peningkatan populasi spesies endemik.

4. Senyawa kimia yang paling bertanggung jawab atas penipisan lapisan ozon di stratosfer adalah...
 - A. Karbon Dioksida (CO_2)
 - B. Sulfur Dioksida (SO_2)
 - C. Klorofluorokarbon (CFC)
 - D. Metana (CH_4)
5. Apa yang dimaksud dengan kepunahan massal (mass extinction) dalam konteks keanekaragaman hayati?
 - A. Penurunan populasi satu spesies di suatu wilayah.
 - B. Hilangnya spesies dalam jumlah besar dan beragam dalam periode geologis yang relatif singkat.
 - C. Pergeseran habitat suatu spesies akibat perubahan iklim.
 - D. Proses evolusi yang menghasilkan spesies baru.
6. Pelepasan limbah domestik dan pertanian yang kaya nutrisi (fosfat dan nitrat) ke perairan dapat menyebabkan fenomena eutrofikasi. Dampak langsung dari eutrofikasi adalah...
 - A. Peningkatan kejernihan air dan pertumbuhan ikan.
 - B. Peningkatan oksigen terlarut dan kesehatan ekosistem.
 - C. Ledakan populasi alga (algal bloom) yang diikuti penurunan oksigen terlarut.
 - D. Penurunan suhu air secara signifikan.
7. Mikroplastik adalah partikel plastik berukuran sangat kecil yang mencemari lingkungan. Analisislah bagaimana mikroplastik dapat mengganggu jaringan makanan di ekosistem laut....
 - A. Mikroplastik menjadi sumber makanan utama bagi fitoplankton, meningkatkan produktivitas primer laut.
 - B. Organisme kecil mengonsumsi mikroplastik dan mengira itu makanan, kemudian partikel tersebut terakumulasi dan berpindah ke tingkat trofik yang lebih tinggi, menyebabkan gangguan kesehatan dan kematian.
 - C. Mikroplastik membantu proses fotosintesis pada tumbuhan laut, mempercepat siklus karbon.
 - D. Mikroplastik terurai dengan cepat menjadi nutrisi esensial bagi dekomposer di laut.
8. Gas sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x) dari emisi industri dan kendaraan bermotor adalah penyebab utama hujan asam. Jelaskan bagaimana hujan asam dapat mengancam ekosistem hutan....

- A. Meningkatkan kesuburan tanah dan mempercepat pertumbuhan pohon.
 - B. Merusak daun pohon, mengasamkan tanah sehingga nutrisi penting sulit diserap, dan merusak akar pohon.
 - C. Mempercepat siklus air dan meningkatkan kelembaban udara di hutan.
 - D. Membunuh serangga hama sehingga pohon menjadi lebih sehat.
9. Desertifikasi adalah degradasi lahan di daerah kering dan semi-kering. Evaluasilah peran aktivitas manusia (seperti praktik pertanian yang tidak berkelanjutan dan penggundulan hutan) dalam mempercepat proses desertifikasi dibandingkan dengan faktor alami seperti kekeringan....
- A. Faktor alami seperti kekeringan adalah satu-satunya penyebab desertifikasi, aktivitas manusia tidak signifikan.
 - B. Aktivitas manusia memperparah desertifikasi karena menghilangkan tutupan vegetasi yang melindungi tanah, menguras air tanah, dan menyebabkan erosi, membuat lahan lebih rentan terhadap kekeringan alami.
 - C. Praktik pertanian yang tidak berkelanjutan justru membuat tanah lebih subur dan tahan kekeringan.
 - D. Penggundulan hutan di daerah kering justru meningkatkan ketersediaan air tanah karena tidak ada pohon yang menyerapnya.
10. Sebagai seorang perencana kota, Anda diminta untuk mengajukan solusi inovatif untuk mengatasi krisis air bersih dan dampaknya pada ekosistem perkotaan. Ide apa yang akan Anda prioritaskan?
- A. Membangun lebih banyak dam besar untuk menampung air hujan tanpa memperhatikan dampak ekologisnya.
 - B. Mendorong penggunaan air sumur dalam secara berlebihan dan terus-menerus.
 - C. Mengembangkan sistem daur ulang air limbah terpadu, mempromosikan panen air hujan, dan melindungi daerah resapan air alami di sekitar kota.
 - D. Mengandalkan sepenuhnya pada pembelian air kemasan dari luar kota.

Kunci Jawaban

1. C
2. D
3. B
4. C
5. C
6. B
7. B
8. B
9. B
10. B



KISI-KISI SOAL PEMAHAMAN KONSEP

No	Level Kognitif	Indikator Soal	Bentuk Soal	Contoh Soal
1	C4 (Menganalisis)	Siswa mampu mengevaluasi bagaimana berbagai faktor (abiotik dan biotik) saling berinteraksi dan memengaruhi fenomena migrasi, serta menganalisis dampak ekologis yang dihasilkan.	Pilihan Ganda	Dalam ekosistem padang rumput, herbivora seperti zebra dan gazel melakukan migrasi musiman. Evaluasilah bagaimana migrasi ini secara bersamaan dipengaruhi oleh ketersediaan komponen abiotik (air dan pakan) dan interaksi biotik (predasi dan kompetisi), serta dampak ekologisnya pada ekosistem yang dilewati.... A. Migrasi didorong oleh ketersediaan air dan pakan (abiotik) yang berfluktuasi musiman, serta tekanan predasi (biotik) yang tinggi di suatu area. Dampaknya termasuk penyebaran benih, pengayaan tanah melalui kotoran, dan pemeliharaan kepadatan populasi. B. Migrasi hanya dipengaruhi oleh tekanan predasi, dan tidak ada hubungannya dengan ketersediaan air atau pakan. Dampaknya adalah mengurangi keanekaragaman hayati di area yang ditinggalkan. C. Migrasi terjadi untuk menghindari kompetisi makanan dengan karnivora. Dampaknya adalah peningkatan erosi tanah di jalur migrasi. D. Migrasi adalah perilaku acak yang tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, dan tidak memiliki dampak signifikan pada ekosistem
2	C4 (Menganalisis)	Siswa mampu menganalisis bagaimana aktivitas mereka memengaruhi hubungan yang kompleks antara dekomposer (komponen biotik), siklus nutrisi (komponen abiotik), dan produktivitas primer.	Pilihan Ganda	Analisis peran penting dekomposer (komponen biotik) dalam siklus nutrisi (komponen abiotik) di ekosistem hutan gugur, dan bagaimana aktivitas mereka memengaruhi ketersediaan nutrisi bagi produsen serta dampaknya pada produktivitas primer ekosistem.... A. Dekomposer menguraikan bahan organik mati, melepaskan nutrisi anorganik ke dalam tanah. Nutrisi ini kemudian tersedia bagi produsen untuk fotosintesis, secara langsung meningkatkan produktivitas primer ekosistem.

				B. Dekomposer hanya memakan bahan organik mati dan tidak memiliki peran signifikan dalam siklus nutrisi atau ketersediaan nutrisi bagi produsen. C. Aktivitas dekomposer akan mengurangi jumlah nutrisi dalam tanah karena mereka mengonsumsi nutrisi tersebut untuk pertumbuhan mereka sendiri. D. Dekomposer akan langsung meningkatkan produktivitas primer dengan mengubah energi kimia menjadi energi cahaya untuk fotosintesis
3	C4 (Menganalisis)	Siswa mampu mengingat atau memahami konsep rantai makanan, tetapi juga untuk menguraikan dan menjelaskan bagaimana perubahan pada satu komponen akan memengaruhi komponen lain dan akhirnya mengganggu keseimbangan ekosistem.	Pilihan Ganda	Dalam sebuah ekosistem padang rumput, terdapat rumput, zebra, singa, dan burung bangkai. Rantai makanan sederhana adalah rumput → zebra → singa. Jika populasi zebra menurun drastis akibat wabah penyakit, bagaimana hal ini akan memengaruhi populasi singa dan rumput dalam jangka pendek, serta apa implikasinya terhadap kestabilan jaring-jaring makanan secara keseluruhan? A. Populasi singa akan meningkat karena tidak ada kompetisi makanan, sementara populasi rumput akan menurun karena kurangnya pemakan. B. Tidak ada dampak signifikan pada populasi singa dan rumput karena mereka dapat dengan cepat menemukan sumber makanan alternatif di ekosistem. C. Penurunan zebra akan menyebabkan penurunan populasi singa karena berkurangnya sumber makanan, dan peningkatan populasi rumput karena berkurangnya herbivora, yang dapat mengganggu keseimbangan jaring-jaring makanan. D. Penurunan zebra hanya akan memengaruhi burung bangkai karena mereka adalah pemakan bangkai, sementara singa dan rumput tidak terpengaruh
4	C4 (Menganalisis)	Siswa mampu Menganalisis hubungan sebab-akibat antara fenomena global (pemanasan global) dengan dampak spesifik pada ekosistem laut (kenaikan	Pilihan Ganda	Pemanasan global menyebabkan kenaikan suhu permukaan laut dan perubahan pola arus laut. Analisislah bagaimana perubahan ini dapat memengaruhi ekosistem terumbu karang dan keanekaragaman hayati laut secara luas.... A. Kenaikan suhu laut akan mempercepat pertumbuhan karang

		suhu, perubahan arus).		karena meningkatkan metabolisme alga simbion, sehingga ekosistem terumbu karang akan semakin berkembang pesat. B. Kenaikan suhu laut menyebabkan pemutihan karang, melemahkan atau membunuh karang. Perubahan pola arus laut dapat mengganggu penyebaran larva karang dan pasokan nutrisi, yang pada akhirnya mengurangi keanekaragaman hayati dan produktivitas ekosistem terumbu karang. C. Perubahan pola arus laut akan membawa lebih banyak nutrisi dan plankton ke terumbu karang, sehingga meningkatkan ketersediaan makanan bagi ikan dan organisme lainnya. D. Keanekaragaman hayati laut tidak akan terpengaruh secara signifikan oleh perubahan suhu dan arus laut karena sebagian besar organisme memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi
5	C5 (Mengevaluasi)	Siswa mampu mengevaluasi dampak dari sebuah masalah lingkungan yang kompleks.	Pilihan Ganda	Penangkapan ikan berlebihan (overfishing) telah menjadi isu lingkungan global yang serius. Evaluasilah bagaimana praktik ini mengganggu keseimbangan ekosistem laut dan apa potensi dampaknya pada jaring-jaring makanan dan layanan ekosistem.... A. Overfishing mengurangi populasi spesies ikan target, mengganggu struktur trofik jaring-jaring makanan laut. Hal ini dapat menyebabkan ledakan populasi spesies mangsa ikan target atau penurunan predator ikan target, mengancam keanekaragaman hayati, dan mengurangi ketersediaan makanan bagi manusia dalam jangka panjang. B. Overfishing hanya mengurangi jumlah ikan dan tidak memiliki dampak signifikan pada keseimbangan ekosistem laut karena ekosistem dapat beradaptasi dengan cepat. C. Mengurangi populasi ikan predator akan meningkatkan populasi ikan mangsa, yang pada gilirannya akan meningkatkan kesehatan ekosistem laut secara keseluruhan. D. Perikanan yang berlebihan justru mendorong evolusi ikan yang lebih cepat, yang akan menghasilkan spesies baru dan meningkatkan keanekaragaman hayati
6	C5	Siswa mampu mengevaluasi	Pilihan Ganda	Sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik sering berakhir di

	(Mengevaluasi)	dampak yang kompleks dari polusi plastik.		laut, membentuk 'pulau sampah' besar dan mencemari seluruh kolom air. Evaluasilah dampak sampah plastik terhadap ekosistem laut, termasuk potensi dampaknya pada rantai makanan dan kesehatan organisme.... A. Sampah plastik hanya merupakan masalah estetika dan tidak memiliki dampak biologis atau ekologis yang signifikan pada ekosistem laut. B. Organisme laut dapat mencerna plastik dan mengubahnya menjadi sumber energi, sehingga plastik menjadi bagian dari siklus nutrisi laut. C. Pembentukan 'pulau sampah' di laut justru menciptakan habitat baru bagi beberapa spesies laut, sehingga meningkatkan keanekaragaman hayati. D. Plastik mengancam organisme laut melalui terjeratnya hewan dalam puing plastik atau tertelannya mikroplastik
7	C5 (Mengevaluasi)	Siswa mampu memahami fungsi ekosistem, tetapi juga untuk mengevaluasi dampak yang dihasilkan dari gangguan manusia.	Pilihan Ganda	Sebuah wilayah pesisir mengalami pembangunan infrastruktur besar-besaran (misalnya pembangunan pelabuhan dan resort) yang mengorbankan hutan bakau dan terumbu karang. Evaluasilah dampak jangka panjang dari hilangnya ekosistem ini terhadap keanekaragaman hayati lokal dan ketahanan wilayah pesisir terhadap bencana alam.... A. Hilangnya hutan bakau dan terumbu karang akan secara drastis mengurangi keanekaragaman spesies laut dan pesisir. B. Pembangunan infrastruktur akan meningkatkan keanekaragaman hayati karena menciptakan habitat buatan baru bagi banyak spesies, dan tidak ada dampak pada ketahanan terhadap bencana. C. Hutan bakau dan terumbu karang tidak memiliki peran signifikan dalam melindungi wilayah pesisir dari bencana alam, sehingga hilangnya mereka tidak relevan. D. Spesies laut akan dengan cepat beradaptasi dengan lingkungan baru yang diciptakan oleh infrastruktur, sehingga keanekaragaman hayati tidak terganggu
8	C5 (Mengevaluasi)	Siswa mampu Menganalisis dampak konversi lahan rawa gambut terhadap keanekaragaman	Pilihan Ganda	Sebuah ekosistem rawa gambut yang luas diubah menjadi perkebunan kelapa sawit. Bagaimana perubahan ekosistem ini secara signifikan mengurangi keanekaragaman hayati pada tingkat ekosistem, spesies,

		hayati pada berbagai tingkatan (ekosistem, spesies, dan genetik)		dan genetik, serta apa implikasinya terhadap jasa ekosistem yang disediakan oleh rawa gambut.... A. Perkebunan kelapa sawit akan meningkatkan keanekaragaman hayati karena menciptakan habitat baru bagi banyak spesies, dan tidak ada dampak signifikan pada jasa ekosistem. B. Dampak utama hanya pada tingkat spesies, sementara keanekaragaman ekosistem dan genetik tidak terpengaruh. C. Rawa gambut tidak menyediakan jasa ekosistem yang signifikan, sehingga konversinya tidak berdampak luas. D. Konversi rawa gambut menjadi perkebunan kelapa sawit menghilangkan ekosistem yang unik dan kompleks (keanekaragaman ekosistem)
9	C1 (Mengingat)	Siswa mampu Mengingat definisi dasar dari kompetisi intraspesifik dan interspesifik.	Pilihan Ganda	Jelaskan perbedaan mendasar antara kompetisi intraspesifik dan kompetisi interspesifik dalam sebuah ekosistem.... A. Kompetisi intraspesifik terjadi untuk sumber daya yang sama, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi untuk sumber daya yang berbeda. B. Kompetisi intraspesifik terjadi antara individu dari spesies yang sama, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi antara spesies yang berbeda. C. Kompetisi intraspesifik terjadi antara dua spesies yang berbeda, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi antara individu dari spesies yang sama. D. Kompetisi intraspesifik terjadi antara dua spesies yang sama, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi antara individu dari spesies yang berbeda
10	C1 (Mengingat)	Siswa mampu Mengingat definisi dari interaksi mutualisme.	Pilihan Ganda	Bakteri Rhizobium hidup di bintil akar tumbuhan legum (kacang-kacangan). Bakteri ini membantu tumbuhan mengikat nitrogen dari udara menjadi bentuk yang dapat digunakan tumbuhan, sementara tumbuhan menyediakan karbohidrat bagi bakteri. Analisislah jenis interaksi ini dan dampaknya bagi kedua organisme.... A. Kompetisi, karena keduanya memanfaatkan sumber daya dari lingkungan. B. Predasi, karena bakteri "memakan" nutrisi dari tumbuhan.

				C. Parasitisme, karena bakteri mengambil karbohidrat dari tumbuhan. D. Mutualisme, karena kedua organisme saling menguntungkan dalam pertukaran nutrisi.
--	--	--	--	---



SOAL PRETEST
(Pemahaman Konsep)

IDENTITAS

Nama :

Kelas :

NIS :

PETUNJUK UMUM

1. Tuliskan Nama, Kelas, NIS, pada tempat yang telah disediakan
2. Pilih satu jawaban yang paling tepat dan berilah tanda silang (x) pada huruf A, B, C dan D untuk jawaban yang dinyatakan benar pada lembar jawaban yang telah disediakan.

Materi: Ekosistem

1. Dalam ekosistem padang rumput, herbivora seperti zebra dan gazel melakukan migrasi musiman. Evaluasilah bagaimana migrasi ini secara bersamaan dipengaruhi oleh ketersediaan komponen abiotik (air dan pakan) dan interaksi biotik (predasi dan kompetisi), serta dampak ekologisnya pada ekosistem yang dilewati....
 - A. Migrasi didorong oleh ketersediaan air dan pakan (abiotik) yang berfluktuasi musiman, serta tekanan predasi (biotik) yang tinggi di suatu area. Dampaknya termasuk penyebaran benih, pengayaan tanah melalui kotoran, dan pemeliharaan kepadatan populasi.
 - B. Migrasi hanya dipengaruhi oleh tekanan predasi, dan tidak ada hubungannya dengan ketersediaan air atau pakan. Dampaknya adalah mengurangi keanekaragaman hayati di area yang ditinggalkan.
 - C. Migrasi terjadi untuk menghindari kompetisi makanan dengan karnivora. Dampaknya adalah peningkatan erosi tanah di jalur migrasi.
 - D. Migrasi adalah perilaku acak yang tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, dan tidak memiliki dampak signifikan pada ekosistem.
2. Analisis peran penting dekomposer (komponen biotik) dalam siklus nutrisi (komponen abiotik) di ekosistem hutan gugur, dan bagaimana aktivitas mereka memengaruhi ketersediaan nutrisi bagi produsen serta dampaknya pada produktivitas primer ekosistem....
 - A. Dekomposer menguraikan bahan organik mati, melepaskan nutrisi anorganik ke dalam tanah. Nutrisi ini kemudian tersedia bagi produsen

- untuk fotosintesis, secara langsung meningkatkan produktivitas primer ekosistem.
- B. Dekomposer hanya memakan bahan organik mati dan tidak memiliki peran signifikan dalam siklus nutrisi atau ketersediaan nutrisi bagi produsen.
 - C. Aktivitas dekomposer akan mengurangi jumlah nutrisi dalam tanah karena mereka mengonsumsi nutrisi tersebut untuk pertumbuhan mereka sendiri.
 - D. Dekomposer akan langsung meningkatkan produktivitas primer dengan mengubah energi kimia menjadi energi cahaya untuk fotosintesis.
3. Dalam sebuah ekosistem padang rumput, terdapat rumput, zebra, singa, dan burung bangkai. Rantai makanan sederhana adalah rumput → zebra → singa. Jika populasi zebra menurun drastis akibat wabah penyakit, bagaimana hal ini akan memengaruhi populasi singa dan rumput dalam jangka pendek, serta apa implikasinya terhadap kestabilan jaring-jaring makanan secara keseluruhan?
- A. Populasi singa akan meningkat karena tidak ada kompetisi makanan, sementara populasi rumput akan menurun karena kurangnya pemakan.
 - B. Tidak ada dampak signifikan pada populasi singa dan rumput karena mereka dapat dengan cepat menemukan sumber makanan alternatif di ekosistem.
 - C. Penurunan zebra akan menyebabkan penurunan populasi singa karena berkurangnya sumber makanan, dan peningkatan populasi rumput karena berkurangnya herbivora, yang dapat mengganggu keseimbangan jaring-jaring makanan.
 - D. Penurunan zebra hanya akan memengaruhi burung bangkai karena mereka adalah pemakan bangkai, sementara singa dan rumput tidak terpengaruh.
4. Pemanasan global menyebabkan kenaikan suhu permukaan laut dan perubahan pola arus laut. Analisislah bagaimana perubahan ini dapat memengaruhi ekosistem terumbu karang dan keanekaragaman hayati laut secara luas....
- A. Kenaikan suhu laut akan mempercepat pertumbuhan karang karena meningkatkan metabolisme alga simbiosis, sehingga ekosistem terumbu karang akan semakin berkembang pesat.
 - B. Kenaikan suhu laut menyebabkan pemutihan karang, melemahkan atau membunuh karang. Perubahan pola arus laut dapat mengganggu penyebaran larva karang dan pasokan nutrisi, yang pada akhirnya mengurangi keanekaragaman hayati dan produktivitas ekosistem terumbu karang.

- C. Perubahan pola arus laut akan membawa lebih banyak nutrisi dan plankton ke terumbu karang, sehingga meningkatkan ketersediaan makanan bagi ikan dan organisme lainnya.
 - D. Keanekaragaman hayati laut tidak akan terpengaruh secara signifikan oleh perubahan suhu dan arus laut karena sebagian besar organisme memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi.
5. Penangkapan ikan berlebihan (overfishing) telah menjadi isu lingkungan global yang serius. Evaluasilah bagaimana praktik ini mengganggu keseimbangan ekosistem laut dan apa potensi dampaknya pada jaring-jaring makanan dan layanan ekosistem...
- A. Overfishing mengurangi populasi spesies ikan target, mengganggu struktur trofik jaring-jaring makanan laut. Hal ini dapat menyebabkan ledakan populasi spesies mangsa ikan target atau penurunan predator ikan target, mengancam keanekaragaman hayati, dan mengurangi ketersediaan makanan bagi manusia dalam jangka panjang.
 - B. Overfishing hanya mengurangi jumlah ikan dan tidak memiliki dampak signifikan pada keseimbangan ekosistem laut karena ekosistem dapat beradaptasi dengan cepat.
 - C. Mengurangi populasi ikan predator akan meningkatkan populasi ikan mangsa, yang pada gilirannya akan meningkatkan kesehatan ekosistem laut secara keseluruhan.
 - D. Perikanan yang berlebihan justru mendorong evolusi ikan yang lebih cepat, yang akan menghasilkan spesies baru dan meningkatkan keanekaragaman hayati.
6. Sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik sering berakhir di laut, membentuk 'pulau sampah' besar dan mencemari seluruh kolom air. Evaluasilah dampak sampah plastik terhadap ekosistem laut, termasuk potensi dampaknya pada rantai makanan dan kesehatan organisme....
- A. Sampah plastik hanya merupakan masalah estetika dan tidak memiliki dampak biologis atau ekologis yang signifikan pada ekosistem laut.
 - B. Organisme laut dapat mencerna plastik dan mengubahnya menjadi sumber energi, sehingga plastik menjadi bagian dari siklus nutrisi laut.
 - C. Pembentukan 'pulau sampah' di laut justru menciptakan habitat baru bagi beberapa spesies laut, sehingga meningkatkan keanekaragaman hayati.
 - D. Plastik mengancam organisme laut melalui terjeratnya hewan dalam puing plastik atau tertelannya mikroplastik.

7. Sebuah wilayah pesisir mengalami pembangunan infrastruktur besar-besaran (misalnya pembangunan pelabuhan dan resort) yang mengorbankan hutan bakau dan terumbu karang. Evaluasilah dampak jangka panjang dari hilangnya ekosistem ini terhadap keanekaragaman hayati lokal dan ketahanan wilayah pesisir terhadap bencana alam....
 - A. Hilangnya hutan bakau dan terumbu karang akan secara drastis mengurangi keanekaragaman spesies laut dan pesisir.
 - B. Pembangunan infrastruktur akan meningkatkan keanekaragaman hayati karena menciptakan habitat buatan baru bagi banyak spesies, dan tidak ada dampak pada ketahanan terhadap bencana.
 - C. Hutan bakau dan terumbu karang tidak memiliki peran signifikan dalam melindungi wilayah pesisir dari bencana alam, sehingga hilangnya mereka tidak relevan.
 - D. Spesies laut akan dengan cepat beradaptasi dengan lingkungan baru yang diciptakan oleh infrastruktur, sehingga keanekaragaman hayati tidak terganggu.
8. Sebuah ekosistem rawa gambut yang luas diubah menjadi perkebunan kelapa sawit. Bagaimana perubahan ekosistem ini secara signifikan mengurangi keanekaragaman hayati pada tingkat ekosistem, spesies, dan genetik, serta apa implikasinya terhadap jasa ekosistem yang disediakan oleh rawa gambut....
 - A. Perkebunan kelapa sawit akan meningkatkan keanekaragaman hayati karena menciptakan habitat baru bagi banyak spesies, dan tidak ada dampak signifikan pada jasa ekosistem.
 - B. Dampak utama hanya pada tingkat spesies, sementara keanekaragaman ekosistem dan genetik tidak terpengaruh.
 - C. Rawa gambut tidak menyediakan jasa ekosistem yang signifikan, sehingga konversinya tidak berdampak luas.
 - D. Konversi rawa gambut menjadi perkebunan kelapa sawit menghilangkan ekosistem yang unik dan kompleks (keanekaragaman ekosistem).
9. Jelaskan perbedaan mendasar antara kompetisi intraspesifik dan kompetisi interspesifik dalam sebuah ekosistem....
 - A. Kompetisi intraspesifik terjadi untuk sumber daya yang sama, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi untuk sumber daya yang berbeda.
 - B. Kompetisi intraspesifik terjadi antara individu dari spesies yang sama, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi antara spesies yang berbeda.
 - C. Kompetisi intraspesifik terjadi antara dua spesies yang berbeda, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi antara individu dari spesies yang sama.

- D. Kompetisi intraspesifik terjadi antara dua spesies yang sama, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi antara individu dari spesies yang berbeda.
10. Bakteri *Rhizobium* hidup di bintil akar tumbuhan legum (kacang-kacangan). Bakteri ini membantu tumbuhan mengikat nitrogen dari udara menjadi bentuk yang dapat digunakan tumbuhan, sementara tumbuhan menyediakan karbohidrat bagi bakteri. Analisislah jenis interaksi ini dan dampaknya bagi kedua organisme....
- A. Kompetisi, karena keduanya memanfaatkan sumber daya dari lingkungan.
 - B. Predasi, karena bakteri "memakan" nutrisi dari tumbuhan.
 - C. Parasitisme, karena bakteri mengambil karbohidrat dari tumbuhan.
 - D. Mutualisme, karena kedua organisme saling menguntungkan dalam pertukaran nutrisi.



Kunci Jawaban

1. A
2. A
3. C
4. B
5. A
6. D
7. A
8. D
9. C
10. D



SOAL POSTTEST
(Literasi Sains)

IDENTITAS

Nama :

Kelas :

NIS :

PETUNJUK UMUM

1. Tuliskan Nama, Kelas, NIS, pada tempat yang telah disediakan
2. Pilih satu jawaban yang paling tepat dan berilah tanda silang (x) pada huruf A, B, C dan D untuk jawaban yang dinyatakan benar pada lembar jawaban yang telah disediakan.

Materi: Ekosistem

1. Sebuah wilayah hutan hujan tropis mengalami konversi besar-besaran menjadi perkebunan kelapa sawit. Dampak langsung dan paling signifikan dari aktivitas ini terhadap ekosistem adalah...
 - A. Peningkatan keanekaragaman hayati karena terbentuknya habitat baru.
 - B. Perubahan pola curah hujan dan peningkatan erosi tanah.
 - C. Penurunan kadar CO₂ di atmosfer secara global.
 - D. Peningkatan populasi spesies endemik.
2. Pelepasan limbah domestik dan pertanian yang kaya nutrisi (fosfat dan nitrat) ke perairan dapat menyebabkan fenomena eutrofikasi. Dampak langsung dari eutrofikasi adalah...
 - A. Peningkatan kejernihan air dan pertumbuhan ikan.
 - B. Peningkatan oksigen terlarut dan kesehatan ekosistem.
 - C. Ledakan populasi alga (algal bloom) yang diikuti penurunan oksigen terlarut.
 - D. Penurunan suhu air secara signifikan.
3. Peningkatan suhu rata-rata permukaan Bumi dan lautan dalam jangka panjang, yang sebagian besar disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, dikenal sebagai...
 - A. Hujan Asam
 - B. Efek Rumah Kaca
 - C. Pemanasan Global
 - D. Penipisan Ozon

4. Desertifikasi adalah degradasi lahan di daerah kering dan semi-kering. Evaluasilah peran aktivitas manusia (seperti praktik pertanian yang tidak berkelanjutan dan penggundulan hutan) dalam mempercepat proses desertifikasi dibandingkan dengan faktor alami seperti kekeringan....
 - A. Faktor alami seperti kekeringan adalah satu-satunya penyebab desertifikasi, aktivitas manusia tidak signifikan.
 - B. Aktivitas manusia memperparah desertifikasi karena menghilangkan tutupan vegetasi yang melindungi tanah, menguras air tanah, dan menyebabkan erosi, membuat lahan lebih rentan terhadap kekeringan alami.
 - C. Praktik pertanian yang tidak berkelanjutan justru membuat tanah lebih subur dan tahan kekeringan.
 - D. Penggundulan hutan di daerah kering justru meningkatkan ketersediaan air tanah karena tidak ada pohon yang menyerapnya.
5. Gas rumah kaca utama yang paling banyak dilepaskan ke atmosfer akibat aktivitas manusia, terutama dari pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi, adalah...
 - A. Metana (CH_4)
 - B. Dinitrogen Oksida (N_2O)
 - C. Uap air (H_2O)
 - D. Karbon Dioksida (CO_2)
6. Apa yang dimaksud dengan kepunahan massal (mass extinction) dalam konteks keanekaragaman hayati?
 - A. Penurunan populasi satu spesies di suatu wilayah.
 - B. Hilangnya spesies dalam jumlah besar dan beragam dalam periode geologis yang relatif singkat.
 - C. Pergeseran habitat suatu spesies akibat perubahan iklim.
 - D. Proses evolusi yang menghasilkan spesies baru.
7. Gas sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x) dari emisi industri dan kendaraan bermotor adalah penyebab utama hujan asam. Jelaskan bagaimana hujan asam dapat mengancam ekosistem hutan....
 - A. Meningkatkan kesuburan tanah dan mempercepat pertumbuhan pohon.
 - B. Merusak daun pohon, mengasamkan tanah sehingga nutrisi penting sulit diserap, dan merusak akar pohon.
 - C. Mempercepat siklus air dan meningkatkan kelembaban udara di hutan.
 - D. Membunuh serangga hama sehingga pohon menjadi lebih sehat.

8. Senyawa kimia yang paling bertanggung jawab atas penipisan lapisan ozon di stratosfer adalah...
- A. Karbon Dioksida (CO_2)
 - B. Sulfur Dioksida (SO_2)
 - C. Klorofluorokarbon (CFC)
 - D. Metana (CH_4)
9. Sebagai seorang perencana kota, Anda diminta untuk mengajukan solusi inovatif untuk mengatasi krisis air bersih dan dampaknya pada ekosistem perkotaan. Ide apa yang akan Anda prioritaskan?
- A. Membangun lebih banyak dam besar untuk menampung air hujan tanpa memperhatikan dampak ekologisnya.
 - B. Mendorong penggunaan air sumur dalam secara berlebihan dan terus-menerus.
 - C. Mengembangkan sistem daur ulang air limbah terpadu, mempromosikan panen air hujan, dan melindungi daerah resapan air alami di sekitar kota.
 - D. Mengandalkan sepenuhnya pada pembelian air kemasan dari luar kota.
10. Mikroplastik adalah partikel plastik berukuran sangat kecil yang mencemari lingkungan. Analisislah bagaimana mikroplastik dapat mengganggu jaringan-jaring makanan di ekosistem laut....
- A. Mikroplastik menjadi sumber makanan utama bagi fitoplankton, meningkatkan produktivitas primer laut.
 - B. Organisme kecil mengonsumsi mikroplastik dan mengira itu makanan, kemudian partikel tersebut terakumulasi dan berpindah ke tingkat trofik yang lebih tinggi, menyebabkan gangguan kesehatan dan kematian.
 - C. Mikroplastik membantu proses fotosintesis pada tumbuhan laut, mempercepat siklus karbon.
 - D. Mikroplastik terurai dengan cepat menjadi nutrisi esensial bagi dekomposer di laut.

Kunci Jawaban

1. B
2. C
3. C
4. C
5. B
6. B
7. B
8. B
9. B
10. C



POST-TEST
(Pemahaman Konsep)

IDENTITAS

Nama :

Kelas :

NIS :

PETUNJUK UMUM

1. Tuliskan Nama, Kelas, NIS, pada tempat yang telah disediakan
2. Pilih satu jawaban yang paling tepat dan berilah tanda silang (x) pada huruf A, B, C dan D untuk jawaban yang dinyatakan benar pada lembar jawaban yang telah disediakan.

Materi: Ekosistem

1. Bakteri *Rhizobium* hidup di bintil akar tumbuhan legum (kacang-kacangan). Bakteri ini membantu tumbuhan mengikat nitrogen dari udara menjadi bentuk yang dapat digunakan tumbuhan, sementara tumbuhan menyediakan karbohidrat bagi bakteri. Analisislah jenis interaksi ini dan dampaknya bagi kedua organisme....
 - A. Kompetisi, karena keduanya memanfaatkan sumber daya dari lingkungan.
 - B. Predasi, karena bakteri "memakan" nutrisi dari tumbuhan.
 - C. Parasitisme, karena bakteri mengambil karbohidrat dari tumbuhan.
 - D. Mutualisme, karena kedua organisme saling menguntungkan dalam pertukaran nutrisi.
2. Dalam ekosistem padang rumput, herbivora seperti zebra dan gazel melakukan migrasi musiman. Evaluasilah bagaimana migrasi ini secara bersamaan dipengaruhi oleh ketersediaan komponen abiotik (air dan pakan) dan interaksi biotik (predasi dan kompetisi), serta dampak ekologisnya pada ekosistem yang dilewati....
 - A. Migrasi didorong oleh ketersediaan air dan pakan (abiotik) yang berfluktuasi musiman, serta tekanan predasi (biotik) yang tinggi di suatu area. Dampaknya termasuk penyebaran benih, pengayaan tanah melalui kotoran, dan pemeliharaan kepadatan populasi.
 - B. Migrasi hanya dipengaruhi oleh tekanan predasi, dan tidak ada hubungannya dengan ketersediaan air atau pakan. Dampaknya adalah mengurangi keanekaragaman hayati di area yang ditinggalkan.
 - C. Migrasi terjadi untuk menghindari kompetisi makanan dengan karnivora. Dampaknya adalah peningkatan erosi tanah di jalur migrasi.

- D. Migrasi adalah perilaku acak yang tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, dan tidak memiliki dampak signifikan pada ekosistem.
3. Analisis peran penting dekomposer (komponen biotik) dalam siklus nutrisi (komponen abiotik) di ekosistem hutan gugur, dan bagaimana aktivitas mereka memengaruhi ketersediaan nutrisi bagi produsen serta dampaknya pada produktivitas primer ekosistem....
- A. Dekomposer menguraikan bahan organik mati, melepaskan nutrisi anorganik ke dalam tanah. Nutrisi ini kemudian tersedia bagi produsen untuk fotosintesis, secara langsung meningkatkan produktivitas primer ekosistem.
 - B. Dekomposer hanya memakan bahan organik mati dan tidak memiliki peran signifikan dalam siklus nutrisi atau ketersediaan nutrisi bagi produsen.
 - C. Aktivitas dekomposer akan mengurangi jumlah nutrisi dalam tanah karena mereka mengonsumsi nutrisi tersebut untuk pertumbuhan mereka sendiri.
 - D. Dekomposer akan langsung meningkatkan produktivitas primer dengan mengubah energi kimia menjadi energi cahaya untuk fotosintesis.
4. Dalam sebuah ekosistem padang rumput, terdapat rumput, zebra, singa, dan burung bangkai. Rantai makanan sederhana adalah rumput → zebra → singa. Jika populasi zebra menurun drastis akibat wabah penyakit, bagaimana hal ini akan memengaruhi populasi singa dan rumput dalam jangka pendek, serta apa implikasinya terhadap kestabilan jaring-jaring makanan secara keseluruhan?
- A. Populasi singa akan meningkat karena tidak ada kompetisi makanan, sementara populasi rumput akan menurun karena kurangnya pemakan.
 - B. Tidak ada dampak signifikan pada populasi singa dan rumput karena mereka dapat dengan cepat menemukan sumber makanan alternatif di ekosistem.
 - C. Penurunan zebra akan menyebabkan penurunan populasi singa karena berkurangnya sumber makanan, dan peningkatan populasi rumput karena berkurangnya herbivora, yang dapat mengganggu keseimbangan jaring-jaring makanan.
 - D. Penurunan zebra hanya akan memengaruhi burung bangkai karena mereka adalah pemakan bangkai, sementara singa dan rumput tidak terpengaruh.
5. Pemanasan global menyebabkan kenaikan suhu permukaan laut dan perubahan pola arus laut. Analisislah bagaimana perubahan ini dapat

memengaruhi ekosistem terumbu karang dan keanekaragaman hayati laut secara luas....

- A. Kenaikan suhu laut akan mempercepat pertumbuhan karang karena meningkatkan metabolisme alga simbiosis, sehingga ekosistem terumbu karang akan semakin berkembang pesat.
 - B. Kenaikan suhu laut menyebabkan pemutihan karang, melemahkan atau membunuh karang. Perubahan pola arus laut dapat mengganggu penyebaran larva karang dan pasokan nutrisi, yang pada akhirnya mengurangi keanekaragaman hayati dan produktivitas ekosistem terumbu karang.
 - C. Perubahan pola arus laut akan membawa lebih banyak nutrisi dan plankton ke terumbu karang, sehingga meningkatkan ketersediaan makanan bagi ikan dan organisme lainnya.
 - D. Keanekaragaman hayati laut tidak akan terpengaruh secara signifikan oleh perubahan suhu dan arus laut karena sebagian besar organisme memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi.
6. Jelaskan perbedaan mendasar antara kompetisi intraspesifik dan kompetisi interspesifik dalam sebuah ekosistem....
- A. Kompetisi intraspesifik terjadi untuk sumber daya yang sama, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi untuk sumber daya yang berbeda.
 - B. Kompetisi intraspesifik terjadi antara individu dari spesies yang sama, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi antara spesies yang berbeda.
 - C. Kompetisi intraspesifik terjadi antara dua spesies yang berbeda, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi antara individu dari spesies yang sama.
 - D. Kompetisi intraspesifik terjadi antara dua spesies yang sama, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi antara individu dari spesies yang berbeda.
7. Penangkapan ikan berlebihan (overfishing) telah menjadi isu lingkungan global yang serius. Evaluasilah bagaimana praktik ini mengganggu keseimbangan ekosistem laut dan apa potensi dampaknya pada jaring-jaring makanan dan layanan ekosistem...
- A. Overfishing mengurangi populasi spesies ikan target, mengganggu struktur trofik jaring-jaring makanan laut. Hal ini dapat menyebabkan ledakan populasi spesies mangsa ikan target atau penurunan predator ikan target, mengancam keanekaragaman hayati, dan mengurangi ketersediaan makanan bagi manusia dalam jangka panjang.
 - B. Overfishing hanya mengurangi jumlah ikan dan tidak memiliki dampak signifikan pada keseimbangan ekosistem laut karena ekosistem dapat beradaptasi dengan cepat.

- C. Mengurangi populasi ikan predator akan meningkatkan populasi ikan mangsa, yang pada gilirannya akan meningkatkan kesehatan ekosistem laut secara keseluruhan.
 - D. Perikanan yang berlebihan justru mendorong evolusi ikan yang lebih cepat, yang akan menghasilkan spesies baru dan meningkatkan keanekaragaman hayati.
8. Sebuah ekosistem rawa gambut yang luas diubah menjadi perkebunan kelapa sawit. Bagaimana perubahan ekosistem ini secara signifikan mengurangi keanekaragaman hayati pada tingkat ekosistem, spesies, dan genetik, serta apa implikasinya terhadap jasa ekosistem yang disediakan oleh rawa gambut....
- A. Perkebunan kelapa sawit akan meningkatkan keanekaragaman hayati karena menciptakan habitat baru bagi banyak spesies, dan tidak ada dampak signifikan pada jasa ekosistem.
 - B. Dampak utama hanya pada tingkat spesies, sementara keanekaragaman ekosistem dan genetik tidak terpengaruh.
 - C. Rawa gambut tidak menyediakan jasa ekosistem yang signifikan, sehingga konversinya tidak berdampak luas.
 - D. Konversi rawa gambut menjadi perkebunan kelapa sawit menghilangkan ekosistem yang unik dan kompleks (keanekaragaman ekosistem).
9. Sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik sering berakhir di laut, membentuk 'pulau sampah' besar dan mencemari seluruh kolom air. Evaluasilah dampak sampah plastik terhadap ekosistem laut, termasuk potensi dampaknya pada rantai makanan dan kesehatan organisme....
- A. Sampah plastik hanya merupakan masalah estetika dan tidak memiliki dampak biologis atau ekologis yang signifikan pada ekosistem laut.
 - B. Organisme laut dapat mencerna plastik dan mengubahnya menjadi sumber energi, sehingga plastik menjadi bagian dari siklus nutrisi laut.
 - C. Pembentukan 'pulau sampah' di laut justru menciptakan habitat baru bagi beberapa spesies laut, sehingga meningkatkan keanekaragaman hayati.
 - D. Plastik mengancam organisme laut melalui terjeratnya hewan dalam puing plastik atau tertelannya mikroplastik.
10. Sebuah wilayah pesisir mengalami pembangunan infrastruktur besar-besaran (misalnya pembangunan pelabuhan dan resort) yang mengorbankan hutan bakau dan terumbu karang. Evaluasilah dampak jangka panjang dari hilangnya ekosistem ini terhadap keanekaragaman hayati lokal dan ketahanan wilayah pesisir terhadap bencana alam....

- A. Hilangnya hutan bakau dan terumbu karang akan secara drastis mengurangi keanekaragaman spesies laut dan pesisir.
- B. Pembangunan infrastruktur akan meningkatkan keanekaragaman hayati karena menciptakan habitat buatan baru bagi banyak spesies, dan tidak ada dampak pada ketahanan terhadap bencana.
- C. Hutan bakau dan terumbu karang tidak memiliki peran signifikan dalam melindungi wilayah pesisir dari bencana alam, sehingga hilangnya mereka tidak relevan.
- D. Spesies laut akan dengan cepat beradaptasi dengan lingkungan baru yang diciptakan oleh infrastruktur, sehingga keanekaragaman hayati tidak terganggu.



Kunci Jawaban

1. D
2. C
3. B
4. B
5. D
6. C
7. B
8. A
9. C
10. A



LEMBAR OBSERVASI PENELITIAN

Nama Pengamat :
 NIS :
 Tanggal Observasi :
 Lokasi Ekosistem :
 Jenis Ekosistem :
 Waktu Obsevasi :

Bagian 1 : Komponen Abiotik

No	Indikator Abiotik	Data Pengamat/Keterangan	Perkiraan Dampak Pada Organisme
1			
2			
3			
4			
5			

Bagian 2 : Komponen Biotik

No	Indikator Abiotik	Data Pengamat/Keterangan	Perkiraan Dampak Pada Organisme
1			
2			
3			

4			
5			

Bagian 3 : Interaksi dan Keseimbangan Ekosistem

No	Indikator Abiotik	Data pengamatan/Keterangan	Perkiraan Dampak Pada Organisme
1			
2			
3			
4			
5			

ANGKET BELAJAR

NAMA :
KELAS :
NIS :

Bagian 1: Sikap dan Minat Terhadap Isu Ekosistem

Berikan tanda centang (✓) pada kolom yang paling sesuai:

SS = Sangat Setuju
S = Setuju
TS = Tidak Setuju
STS = Sangat Tidak Setuju

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS
1	Saya merasa materi ekosistem relevan dengan kehidupan sehari-hari saya.				
2	Saya tertarik untuk mengetahui lebih banyak tentang isu-isu lingkungan global.				
3	Saya percaya bahwa tindakan individu dapat berkontribusi pada pelestarian ekosistem.				
4	Saya merasa bertanggung jawab untuk menjaga keseimbangan ekosistem.				
5	Saya sering mencari informasi tentang cara mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.				
6	Penting bagi sekolah untuk mengajarkan lebih banyak tentang konservasi lingkungan.				
7	Saya bersedia mengubah kebiasaan saya untuk mendukung pelestarian lingkungan.				
8	Saya khawatir dengan masa depan ekosistem bumi akibat aktivitas manusia.				
9	Materi ekosistem terlalu kompleks dan sulit untuk dipahami.				
10	Saya yakin bahwa teknologi akan menyelesaikan semua masalah lingkungan.				

Bagian 2: Saran dan Harapan (Opsional)

Menurut Anda, isu lingkungan terkait ekosistem apa yang paling mendesak untuk diatasi di daerah Anda !



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
FAKULTAS AGAMA ISLAM
 (STATUS TERAKREDITASI)

Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh Lueng Bata Email : fai.tarbiyah@unmuha.ac.id
 BANDA ACEH 23245

Nomor : 473/UM. M6/Q/FAI/2025

Banda Aceh, 20 Juni 2025

Lampiran : --

Hal : Permohonan Rekomendasi Izin Penelitian
Data Menyusun Skripsi

Kepada Yth :
 Cabang Dinas Pendidikan Pidie
 Di-
Tempat

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan Hormat. Dekan Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Aceh dengan ini memohon agar kiranya Bapak/Ibu memberi izin dan bantuan kepada :

Nama : Khaira Ulfi
 NPM : 2105170003
 Jurusan : Tadris Biologi
 Semester : VIII (Delapan)
 Alamat : Jl.Tiro Truseb, Pulo Mesjid Pidie

Untuk mengumpulkan data pada :
 Sekolah SMA Negeri 1 Mutiara dalam Rangka Menyusun Skripsi sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studinya pada Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Aceh, yang berjudul:

"Implementasi Pembelajaran Biologi Materi Ekosistem Berbasis *Citizen Science* Terhadap Pemahaman Konsep dan Literasi Sains Siswa di SMA Negeri 1 Mutiara.

Demikianlah harapan kami, atas bantuan dan keizinan serta kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Wassalam

Dekan,
 Dekan 1,

 Dekan 1, S.S., M.Pd.



**PEMERINTAH ACEH
DINAS PENDIDIKAN
SMAN 1 MUTIARA**



Jln. Banda Aceh Medan Km.125 Telp. (0653) 821621 Bandar Mutiara Kab. Pidie Kode Pos. 24173
web: www.sman1mutiara.com, email: smaneg1mutiara@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : 421.3/204 /2025

Sehubungan dengan Surat Dekan Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Aceh Nomor : 473/UM.M6/Q/FAI/2025 tanggal 20 Juni 2025 Hal Permohonan Rekomendasi Izin Penelitian, maka Kepala SMA Negeri 1 Mutiara dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : **KHAIRA ULFI**
NIM : 2105170003
Program Studi : Tadris Biologi
Semester : Delapan

Telah diberi izin dan telah melaksanakan penelitian tanggal 21 Juni 2025, guna mengumpulkan data dalam rangka menyusun skripsi yang berjudul **"Implementasi Pembelajaran Biologi Materi Ekosistem Berbasis Citizen Science terhadap Pemahaman Konsep dan Literasi Sains Siswa di SMA Negeri 1 Mutiara"**, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Tadris Biologi pada Universitas Muhammadiyah Aceh di Banda Aceh.

Demikianlah Surat Keterangan ini dikeluarkan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Bandar Mutiara, 21 Juni 2025
Kepala Sekolah,



KAMARUDDIN, S.Pd.
NIP. 197002011998021007



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH FAKULTAS AGAMA ISLAM

(STATUS TERAKREDITASI)

Jalan Muhammadiyah No. 91 Bato Lueg Bata Email : fai.tarbiyah@unmuha.ac.id
BANDA ACEH 23245

SURAT KEPUTUSAN

Nomor : 081/UJMM5/Q/FAI/2025

Dekan Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Aceh,

- Menimbang :
- a. Bahwa untuk kelancaran ujian-ujian Skripsi pada Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Aceh, maka dipandang perlu menunjuk Pembimbing Skripsi mahasiswa yang bersangkutan;
 - b. Yang namanya tercantum dalam Surat Keputusan ini dipandang mampu dan cakap serta memenuhi syarat untuk diangkat dalam jabatan Pembimbing Skripsi.

- Mengingat :
1. Keputusan Dirjen Pendidikan Islam tentang Perpanjangan izin penyelenggaraan Program Studi S-I Pada PTAI No. Dj I/58/2010;
 2. Surat Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan tinggi Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia No. 7049/SK/BAN-PT/Ak KP/S/X/2022 tentang hasil dan Peringkat Akreditasi Program Studi untuk Program Sarjana di Perguruan Tinggi;
 4. Keputusan Tim Pengesahan Proposal Skripsi Mahasiswa Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Aceh Tanggal/Bulan/Tahun : 03/02/2025

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : I. Menunjuk saudara :

1. **Fatemah Rosma, S.PdI., M.Pd.**
Sebagai Pembimbing I.
2. **Nurul Fajriana, S.Pd., M.Pd.**
Sebagai Pembimbing II.

Untuk membimbing Skripsi :

N A M A : **Khaira Ulfi**
N P M : **2105170003**
J U R U S A N : **Tadris Biologi**
J U D U L : **Implementasi Pembelajaran Biologi Materi Ekosistem Berbasis *Citizen Science* Terhadap Pemahaman Konsep dan Literasi Sains Siswa di SMA Negeri 1 Mutiara.**

2. Kepada Pembimbing yang tercantum namanya diberikan honorarium menurut peraturan yang berlaku;
3. Surat Keputusan ini hanya berlaku satu tahun sejak tanggal ditetapkan.
4. Segala sesuatu akan dirobah dan ditetapkan kembali sebagaimana mestinya apabila terdapat kekeliruan kemudian hari.



Ditetapkan di : Banda Aceh. Pada
Tanggal : 10 Februari 2025

Dr. Rosnidarwati, S.Ag., M.A

Tembusan,

1. Rektor Universitas Muhammadiyah Aceh
2. Koordinator Kopertis Wilayah V Aceh
3. Mahasiswa Yang bersangkutan
4. Arsip



Gambar 1. Pretest Kelas Kontrol (XA)



Gambar 2. Posttest Kelas Kontrol (XA)



Gambar 3. Posttest Kelas Eksperimen (XB)



Gambar 4. Pretest Kelas Eksperimen (XB)



Gambar 5. Angket Kelas Kontrol (XA)



Gambar 6. Angket Kelas Eksperimen (XB)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

- 1 Nama Lengkap : Khaira ulfi
- 2 Tempat/Tanggal Lahir : Pulo mesjid/ 23 juni 2003
- 3 Jenis Kelamin : Perempuan
- 4 Kebangsaan/Suku : Indonesia/Aceh
- 5 Email : Khairaulfi160919@gmail.com
- 6 Pekerjaan : Mahasiswa
- 7 Alamat : Gampong Pulo Mesjid, Kec. Tiro/truseub,
Kab. Pidie
- 8 Nama Orang Tua :
- 9 a. Ayah : Bahtiar
- b. Pekerjaan : Tani
- c. Ibu : Misrawati
- d. Pekerjaan : Irt
- e. Alamat : Gampong Pulo Mesjid, Kec. Tiro/truseub,
Kab. Pidie
- 10 Riwayat Pendidikan :
- a. SD Negeri Truseub 2017
- b. Mtss Tgk Chik di Dayah Cut Tiro 2018
- c. SMA N 1 Mutiara 2021
- d. Program Studi Tadris Biologi Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Aceh Tahun 2025

Banda Aceh, 2026

Penulis,



Khaira Ulfi