

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Bukti Penelitian di SMA Negeri 1 Semarapura



ပိမိၵိန္နႃႈပူၼ်ႈတႆး
PEMERINTAH PROVINSI BALI
 ၵမ်ႉႁိၵ်ႈတႆး
SMA NEGERI 1 SEMARAPURA
 ၵမ်ႉႁိၵ်ႈတႆး
 JALAN FLAMBOYAN, NOMOR 63, TELEPON (0366) 21508, SEMARAPURA



SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor: B.10.400.3.8/1466/SMAN 1 SEMARAPURA/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 1 Semarapura. Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini;

Nama	: Putu Lia Rusita Dewi
Nomor Induk Mahasiswa	: 2113041024
Jurusan / Program Studi	: Biologi dan Perikanan Kelautan / S1
Universitas	: Universitas Pendidikan Ganesha
Alamat Universitas	: Jalan Udayana No.11, Banjar Tegal, Singaraja, Kabupaten Buleleng, Bali 81116

Telah melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Semarapura pada tanggal 14 Maret 2025 - 16 April 2025 dalam rangka penyusunan skripsi dengan Judul Penelitian " **Penerapan Strategi Pembelajaran API (Authentic Problem Inquiry) Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi Kelas X SMA Negeri 1 Semarapura**".

Demikian surat keterangan ini di buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klungkung, 17 April 2025



 I Putu Sudibawa, S.Pd, M.Pd.
 NIP. 19730908 199801 1 001

Lampiran 2. Kisi-Kisi Instrumen Penelitian

A. Definisi Konseptual

Keterampilan proses sains merupakan keterampilan yang peserta didik dapat saat melakukan penyelidikan atau praktikum secara ilmiah. Keterampilan proses sains dibagi menjadi dua yaitu keterampilan proses sains dasar (KPSD) dan keterampilan proses sains terintegrasi (KPST), di mana keterampilan proses sains dasar meliputi keterampilan mengamati, mengelompokkan, mengukur, menggunakan hubungan ruang dan waktu, memprediksi, menyimpulkan dan mengkomunikasikan, sedangkan keterampilan proses sains terintegrasi meliputi menyusun definisi operasional variabel, menentukan hipotesis, mengontrol variabel, bereksperimen, dan menafsirkan data hasil eksperimen. Berdasarkan pengelompokan beberapa keterampilan ke dalam KPS dasar dan KPS terintegrasi, maka dapat diketahui bahwa dalam Kurikulum Merdeka, keterampilan proses sains yang dianjurkan untuk dilatihkan kepada peserta didik termasuk keterampilan-keterampilan dalam KPS dasar, sehingga keterampilan tersebut diharapkan dapat dimiliki oleh peserta didik.

B. Definisi Operasional

Keterampilan proses sains merupakan keterampilan peserta didik yang terdiri dari beberapa aspek seperti mengamati, mengklasifikasi, menginterpretasi, meramalkan, merencanakan, menerapkan, dan mengkomunikasikan. Keterampilan ini biasanya dibutuhkan saat kegiatan praktikum. Dalam penelitian ini, penilaian keterampilan proses sains akan menggunakan tes uraian sebanyak 7 soal dan lembar observasi yang mencakup 7 indikator keterampilan proses sains. Selanjutnya, skor yang diperoleh dikonversi ke dalam bentuk skala 0-100 dengan menggunakan pedoman konversi nilai.

C. Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Proses Sains

1. Tes Uraian Keterampilan Proses Sains

Aspek KPS	Definisi KPS	Indikator KPS	Nomor Soal	Jumlah Soal
Mengamati	Keterampilan menggunakan indra dan alat bantu untuk mengumpulkan data atau informasi tentang objek/fenomena	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menggunakan seluruh indra dan alat bantu dengan efektif 2. Mampu mencatat hasil pengamatan dengan rinci dan akurat 	1, 2, 3	3
Mengklasifikasi	Keterampilan mengelompokkan objek berdasarkan kriteria yang jelas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan kriteria klasifikasi 2. Mengelompokkan objek/data sesuai kriteria 	4,5,14,15	4
Menginterpretasi	Keterampilan menafsirkan data dan menarik kesimpulan yang logis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyimpulkan berdasarkan data/fakta 2. Menemukan pola hubungan antar data 3. Menjelaskan hasil logis 	6,7,16,17,23,24	6
Meramalkan	Keterampilan memperkirakan kejadian atau hasil berdasarkan pola data yang ada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu membuat prediksi berdasarkan data 2. Memberikan alasan logis atas prediksi 	8,18, 19, 25,26	5
Menerapkan	Keterampilan menggunakan konsep/prinsip dalam situasi baru atau masalah sehari-hari	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan konsep/prinsip ilmiah dengan tepat 2. Menjelaskan penerapan dengan jelas dan logis 	11,12,21,27	4
Merencanakan	Keterampilan membuat rencana solusi terhadap masalah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu merumuskan solusi yang relevan dan efektif terhadap masalah 	9,10,20,28	4

Aspek KPS	Definisi KPS	Indikator KPS	Nomor Soal	Jumlah Soal
		2. Langkah-langkah solusi disusun dengan jelas, terstruktur, dan terperinci, serta memastikan solusi dapat diimplementasikan dengan baik		
Mengkomunikasikan	Keterampilan menyampaikan hasil pengamatan secara jelas, terstruktur, dan mudah dipahami	1. Menyampaikan data/hasil dengan terstruktur 2. Menggunakan media (grafik atau tabel) yang sesuai	13,22,29,30	4

2. Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains

Aspek KPS	Indikator KPS
Mengamati	1. Menggunakan seluruh indra dan alat bantu dengan efektif 2. Mencatat hasil pengamatan dengan rinci dan akurat
Mengklasifikasi	1. Menentukan kriteria klasifikasi 2. Mengelompokkan objek/data sesuai kriteria
Menginterpretasi	1. Menyimpulkan hasil pengamatan berdasarkan data/fakta 2. Menemukan pola hubungan antar data 3. Menjelaskan hasil pengamatan secara logis
Meramalkan	1. Mampu membuat prediksi berdasarkan data 2. Memberikan alasan logis atas prediksi
Menerapkan	1. Menggunakan konsep/prinsip ilmiah dengan tepat 2. Menjelaskan penerapan dengan jelas dan logis
Merencanakan	1. Menentukan solusi yang relevan dan efektif terhadap masalah 2. Langkah-langkah solusi disusun dengan sangat jelas, terstruktur, dan terperinci, serta memastikan solusi dapat diimplementasikan dengan baik
Mengkomunikasikan	1. Menyampaikan data/ hasil pengamatan dengan terstruktur 2. Menggunakan media yang sesuai untuk menyajikan hasil pengamatan

D. Tes Keterampilan Proses Sains

Tujuan Pembelajaran	Indikator KPS	Soal	Jawaban				
Mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem dan interaksi dalam komponen melalui pengamatan ekosistem di lingkungan sekitar dengan benar	Mengamati	1. Buatlah hasil pengamatan tentang daun tanaman mangga sebagai komponen biotik dengan menggunakan indra dan alat bantu! 	Adapun hasil pengamatan sebagai berikut.				
		No.	Aspek Pengamatan	Indra	Alat Bantu	Hasil Pengamatan	
		1	Warna	Mata	-	Hijau tua pada daun dewasa, hijau muda pada daun muda	
		2	Bentuk	Mata	-	Lonjong dengan ujung runcing	
		3	Tekstur	Kulit	-	Permukaan atas halus, bagian bawah sedikit kasar	
		4	Aroma/bau	Hidung	-	Aroma khas daun, sedikit wangi saat diremas	
		5	Rasa	Lidah	-	Pahit saat dikunyah	
		6	Panjang	Tangan dan mata	Penggari s	Panjang sekitar 15-30 cm	
		7	Lebar	Tangan dan mata	Penggari s	Lebar 4-8 cm	
8	Struktur tulang daun	Tangan dan Mata	Kaca pembesar	Tulang daun menyirip dengan satu tulang utama di tengah			

			9	Berat	Tangan dan mata	Timbangan digital	1-7 gram per helai
		<p>2. Buatlah hasil pengamatan tentang buah tanaman jeruk nipis sebagai komponen biotik dengan menggunakan indra dan alat bantu!</p> 	Adapun hasil pengamatan sebagai berikut.				
			No.	Aspek Pengamatan	Indra	Alat Bantu	Hasil Pengamatan
			1	Warna	Mata	-	Jeruk nipis berwarna hijau saat mentah dan kuning saat matang
			2	Tekstur Kulit	Peraba (Kulit) atau Tangan	-	Kulitnya kasar, sedikit bergelombang, dan terasa agak keras saat mentah
			3	Aroma	Hidung	-	Memiliki aroma segar, menyengat, dan khas
			4	Rasa	Lidah	-	Sangat asam, dengan sedikit rasa pahit pada kulitnya
			5	Panjang	Tangan dan mata	Penggari s	Panjang sekitar 3–7 cm
			6	Lebar	Tangan dan mata	Penggari s	Lebar 3–5cm
			7	Berat	Tangan dan mata	Timbangan digital	Beratnya berkisar antara 40-80 gram
		<p>3. Buatlah hasil pengamatan tentang bunga tanaman</p>	Adapun hasil pengamatan sebagai berikut.				

		<p>cempaka sebagai komponen biotik dengan menggunakan indra dan alat bantu!</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Aspek Pengamatan</th> <th>Indra</th> <th>Alat Bantu</th> <th>Hasil Pengamatan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Warna</td> <td>Mata</td> <td>-</td> <td>kuning atau oranye</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bentuk</td> <td>Mata</td> <td>-</td> <td>Kelopak memanjang dan melengkung dengan ujung runcing</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Tekstur</td> <td>Kulit</td> <td>-</td> <td>Halus dan lembut pada kelopak, sedikit kasar pada tangkai</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Aroma/bau</td> <td>Hidung</td> <td>-</td> <td>Aroma khas segar dan jeruk yang kuat</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Rasa</td> <td>Lidah</td> <td>-</td> <td>Sedikit pahit dan sepat</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Panjang</td> <td>Tangan dan mata</td> <td>Penggaris</td> <td>Panjang bunga sekitar 4–7 cm</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Diameter</td> <td>Tangan dan mata</td> <td>Penggaris</td> <td>diameter 2–4 cm</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Berat</td> <td>Tangan dan mata</td> <td>Timbangan digital</td> <td>1 hingga 2 gram</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Aspek Pengamatan	Indra	Alat Bantu	Hasil Pengamatan	1	Warna	Mata	-	kuning atau oranye	2	Bentuk	Mata	-	Kelopak memanjang dan melengkung dengan ujung runcing	3	Tekstur	Kulit	-	Halus dan lembut pada kelopak, sedikit kasar pada tangkai	4	Aroma/bau	Hidung	-	Aroma khas segar dan jeruk yang kuat	5	Rasa	Lidah	-	Sedikit pahit dan sepat	6	Panjang	Tangan dan mata	Penggaris	Panjang bunga sekitar 4–7 cm	7	Diameter	Tangan dan mata	Penggaris	diameter 2–4 cm	8	Berat	Tangan dan mata	Timbangan digital	1 hingga 2 gram
No.	Aspek Pengamatan	Indra	Alat Bantu	Hasil Pengamatan																																												
1	Warna	Mata	-	kuning atau oranye																																												
2	Bentuk	Mata	-	Kelopak memanjang dan melengkung dengan ujung runcing																																												
3	Tekstur	Kulit	-	Halus dan lembut pada kelopak, sedikit kasar pada tangkai																																												
4	Aroma/bau	Hidung	-	Aroma khas segar dan jeruk yang kuat																																												
5	Rasa	Lidah	-	Sedikit pahit dan sepat																																												
6	Panjang	Tangan dan mata	Penggaris	Panjang bunga sekitar 4–7 cm																																												
7	Diameter	Tangan dan mata	Penggaris	diameter 2–4 cm																																												
8	Berat	Tangan dan mata	Timbangan digital	1 hingga 2 gram																																												
	<p>Mengklasifikasi</p>	<p>4. Pada ekosistem sawah ditemukan padi, air, tanah, tikus, cahaya matahari, dan angin. Buatlah klasifikasi apa yang ditemukan di sawah! Tuliskan alasan yang</p>	<p>Berikut adalah klasifikasi komponen yang ada pada ekosistem sawah berdasarkan sifatnya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Komponen Biotik (Makhluk Hidup). Dalam ekosistem sawah, komponen biotik meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Padi → Termasuk produsen karena mampu menghasilkan makanan melalui fotosintesis. 																																													

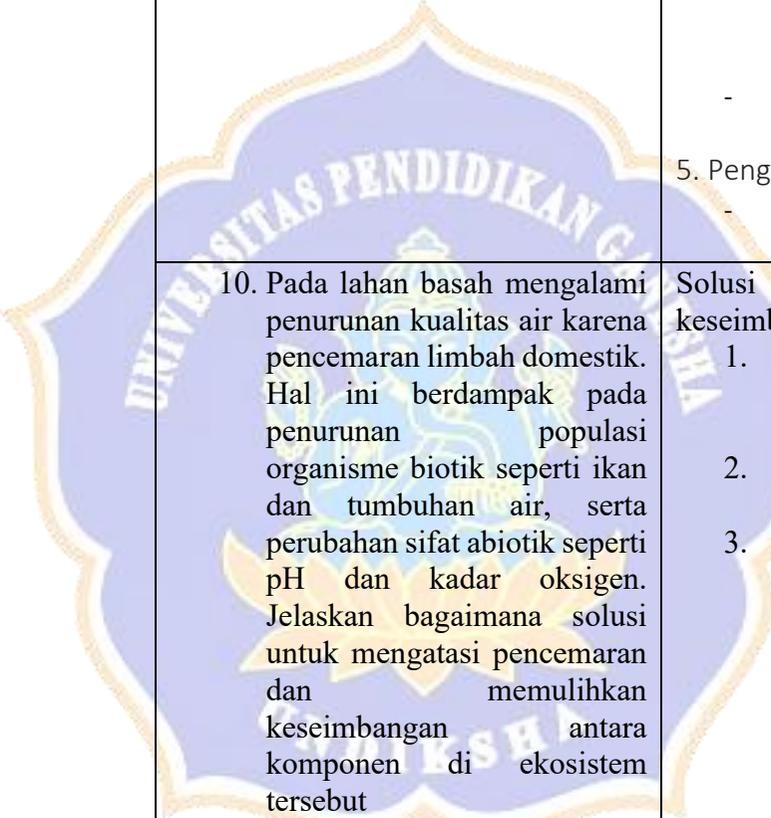
		<p>digunakan dalam pengelompokan tersebut!</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Tikus → Termasuk konsumen (herbivora) karena memakan padi sebagai sumber makanan. <p>2. Komponen Abiotik (Bukan Makhluk Hidup). Dalam ekosistem sawah, komponen abiotik meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Air → Dibutuhkan oleh tanaman padi dan makhluk hidup lainnya untuk bertahan hidup dan berfungsi dalam proses biologis. - Tanah → Media tempat tumbuhnya padi dan mikroorganisme, serta menjadi tempat hidup bagi banyak organisme dalam ekosistem sawah. - Cahaya Matahari → Sumber energi utama bagi padi dan tumbuhan lain untuk melakukan fotosintesis. - Angin → Membantu dalam proses penyerbukan tanaman serta sirkulasi udara dalam ekosistem. <p>Alasan Pengelompokan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Komponen biotik dikelompokkan berdasarkan sifatnya sebagai makhluk hidup yang memiliki peran dalam rantai makanan (produsen, konsumen, atau dekomposer). - Komponen abiotik dikelompokkan karena merupakan faktor lingkungan yang tidak hidup tetapi memengaruhi kelangsungan hidup makhluk hidup dalam ekosistem sawah.
		<p>5. Pada ekosistem pantai ditemukan pohon kelapa, kepiting, pasir, air laut, ikan, rumput laut, sinar matahari, dan burung camar. Buatlah</p>	<p>Berikut adalah klasifikasi komponen yang ada pada ekosistem pantai berdasarkan sifatnya:</p> <p>1. Komponen Biotik (Makhluk Hidup). Komponen biotik meliputi:</p>

		<p>klasifikasi apa yang ditemukan di pantai! Dan tuliskan alasan yang digunakan dalam pengelompokan tersebut!</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Pohon kelapa → Termasuk produsen, karena dapat menghasilkan makanan melalui fotosintesis. - Rumput laut → Termasuk produsen, karena berperan dalam menghasilkan oksigen dan makanan melalui fotosintesis. - Kepiting → Termasuk konsumen (omnivora), karena memakan sisa-sisa organisme, tumbuhan laut, atau hewan kecil lainnya. - Ikan → Termasuk konsumen (herbivora, karnivora, atau omnivora), tergantung pada jenisnya, karena memakan plankton, rumput laut, atau hewan kecil. - Burung camar → Termasuk konsumen (karnivora), karena memangsa ikan kecil atau hewan lain yang ada di pantai. <p>2. Komponen Abiotik (Bukan Makhluk Hidup). Komponen abiotik meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pasir → Menjadi habitat bagi berbagai organisme pantai seperti kepiting dan tempat tumbuh bagi beberapa tumbuhan pantai. - Air laut → Sumber kehidupan utama bagi makhluk hidup di pantai, termasuk ikan dan rumput laut. - Sinar matahari → Mendukung proses fotosintesis bagi pohon kelapa dan rumput laut serta mempengaruhi suhu ekosistem. <p>Alasan Pengelompokan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Komponen biotik dikelompokkan berdasarkan sifatnya sebagai makhluk hidup yang memiliki
--	--	---	--

			<p>peran dalam rantai makanan (produsen, konsumen, atau dekomposer).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Komponen abiotik dikelompokkan karena merupakan faktor lingkungan yang tidak hidup tetapi sangat memengaruhi kelangsungan hidup organisme dalam ekosistem pantai.
<p>Menginterpretasi</p>	<p>6. Perhatikan gambar rantai makanan di bawah ini.</p>	 <p>Buatlah interpretasi dari gambar di atas!</p>	<p>Berdasarkan gambar rantai makanan tersebut dapat diinterpretasi sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Matahari berperan sebagai sumber energi utama bagi ekosistem. 2. Rumput (produsen) menggunakan energi matahari untuk berfotosintesis dan tumbuh. 3. Belalang (konsumen pertama/herbivora) memakan rumput untuk memperoleh energi. 4. Katak (konsumen kedua/karnivora tingkat pertama) memangsa belalang. 5. Ular (konsumen ketiga/karnivora tingkat kedua) memangsa katak. 6. Elang (konsumen puncak/karnivora tingkat tertinggi) memangsa ular. 7. Ketika elang atau organisme lain mati, jamur (dekomposer) akan menguraikan sisa makhluk hidup menjadi zat organik yang kembali ke tanah, membantu pertumbuhan rumput. <p>Sehingga setiap makhluk hidup dalam rantai makanan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Jika salah satu makhluk dalam rantai makanan hilang, maka populasi lainnya bisa terganggu. Kemudian faktor abiotik seperti matahari dan air berperan penting dalam</p>

		<p>7. Perhatikan gambar piramida energi di bawah ini.</p> <p>Buatlah interpretasi dari gambar di atas!</p>	<p>siklus energi dan kehidupan makhluk hidup di dalam rantai makanan. Serta air mendukung pertumbuhan rumput, yang menjadi sumber makanan utama dalam ekosistem ini.</p> <p>Berdasarkan gambar tersebut piramida energi menunjukkan aliran energi dalam ekosistem, dengan energi terbesar di tingkat bawah (produsen) dan semakin berkurang ke tingkat atas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tingkat 1 (Produsen): Rumput/pohon sebagai produsen utama yang menyerap energi matahari melalui fotosintesis. 2. Tingkat 2 (Konsumen Primer): Belalang, cacing, dan tikus merupakan herbivora yang memakan rumput dan tanaman. 3. Tingkat 3 (Konsumen Sekunder): Katak dan ayam adalah karnivora atau omnivora yang memangsa konsumen primer. 4. Tingkat 4 (Konsumen Tersier): Elang dan ular adalah predator puncak yang memangsa konsumen sekunder. <p>Sehingga energi yang tersedia di setiap tingkat trofik semakin berkurang sekitar 90% karena digunakan untuk aktivitas hidup (bernapas, bergerak, berkembang biak). Hanya sekitar 10% energi yang diteruskan ke tingkat trofik berikutnya. Dari 1000 kg rumput, hanya 100 kg energi yang diterima oleh konsumen primer. Dari 100 kg konsumen primer, hanya 10 kg energi yang tersedia untuk konsumen sekunder. Serta dari 10 kg konsumen sekunder, hanya 1 kg energi yang tersisa untuk konsumen tersier. Jika jumlah produsen berkurang, maka konsumen di atasnya juga akan terpengaruh, menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem.</p>
--	--	--	---

	Meramalkan	<p>8. Bagaimana perubahan suhu air akibat perubahan iklim dapat memengaruhi populasi ikan dalam ekosistem perairan? Prediksikan dampak yang mungkin terjadi dan jelaskan!</p>	<p>Jika suhu air meningkat akibat perubahan iklim, populasi ikan dalam ekosistem perairan dapat mengalami berbagai dampak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Populasi ikan dapat menurun karena stres fisiologis, berkurangnya oksigen, gangguan reproduksi, peningkatan penyakit, serta perubahan dalam dinamika ekosistem. Beberapa spesies mungkin bermigrasi ke daerah yang lebih sejuk, sementara yang lain mungkin mengalami kepunahan lokal jika tidak dapat beradaptasi dengan perubahan suhu. Selain itu perubahan suhu terus berlanjut tanpa adanya adaptasi atau mitigasi, populasi ikan di ekosistem perairan kemungkinan besar akan mengalami penurunan drastis, yang juga dapat berdampak pada keseimbangan ekosistem dan ketahanan pangan manusia yang bergantung pada perikanan.</p>
	Merencanakan	<p>9. Penebangan liar untuk tambak udang telah menyebabkan degradasi ekosistem hutan mangrove di sebuah kawasan pesisir. Kerusakan ini berdampak pada berkurangnya habitat bagi berbagai organisme, termasuk biota laut yang bergantung pada mangrove. Jelaskan bagaimana langkah-langkah yang dapat membantu memulihkan keseimbangan ekosistem tersebut!</p>	<p>Untuk memulihkan keseimbangan ekosistem hutan mangrove yang mengalami degradasi akibat penebangan liar untuk tambak udang, diperlukan rencana pemulihan yang sistematis dan dapat diimplementasikan dengan baik. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikasi Kerusakan: <ul style="list-style-type: none"> - Melakukan survei lapangan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan hutan mangrove. - Mengumpulkan data tentang dampak terhadap biota laut dan lingkungan sekitar. 2. Penyusunan Kebijakan <ul style="list-style-type: none"> - Menetapkan kawasan konservasi mangrove yang tidak boleh ditebang. 3. Rehabilitasi dan Reboisasi Mangrove <ul style="list-style-type: none"> - Menanam kembali pohon mangrove dengan memilih spesies asli yang sesuai dengan kondisi lingkungan.

			<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pemantauan pertumbuhan mangrove secara berkala. <p>4. Edukasi dan Pemberdayaan Masyarakat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memberikan penyuluhan kepada masyarakat dan petambak udang tentang pentingnya ekosistem mangrove. - Mendorong masyarakat untuk berpartisipasi dalam program konservasi. <p>5. Pengawasan dan Evaluasi Berkala</p> <ul style="list-style-type: none"> - Melakukan patroli rutin untuk mencegah penebangan liar kembali terjadi.
		<p>10. Pada lahan basah mengalami penurunan kualitas air karena pencemaran limbah domestik. Hal ini berdampak pada penurunan populasi organisme biotik seperti ikan dan tumbuhan air, serta perubahan sifat abiotik seperti pH dan kadar oksigen. Jelaskan bagaimana solusi untuk mengatasi pencemaran dan memulihkan keseimbangan antara komponen di ekosistem tersebut</p>	<p>Solusi untuk mengatasi pencemaran dan memulihkan keseimbangan ekosistem:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengolahan Limbah, dengan membangun instalasi pengolahan limbah domestik untuk mencegah pencemaran langsung ke lahan basah. 2. Menanam kembali tumbuhan air yang berfungsi sebagai penyaring alami dan habitat biota. 3. Mengedukasi masyarakat untuk mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dan membuang limbah dengan benar.
<p>Menerapkan</p>		<p>11. Dewa dan Adit melakukan pengamatan di taman kota dan menemukan burung, semut, cacing, rumput, ular,</p>	<p>Berdasarkan komponen ekosistem yang ditemukan (burung, semut, cacing, rumput, ular, belalang, dan pohon mangga), beberapa rantai makanan yang bisa terbentuk adalah:</p>

		<p>belalang, dan pohon mangga. Berdasarkan pengamatan tersebut, buatlah rantai makanan yang menunjukkan hubungan antarorganisme dalam ekosistem taman kota tersebut!</p> 	<p>1. Rumput → Belalang → Burung → Ular</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rumput sebagai produsen melakukan fotosintesis dan menjadi sumber energi bagi herbivora. - Belalang sebagai konsumen pertama (herbivora) memakan rumput. - Burung sebagai konsumen kedua (karnivora) memangsa belalang. - Ular sebagai konsumen ketiga (karnivora tingkat tinggi) memangsa burung. <p>2. Pohon Mangga → Semut → Burung → Ular</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pohon mangga sebagai produsen menghasilkan daun dan buah yang dapat dimakan oleh semut. - Semut sebagai konsumen pertama mengonsumsi bagian pohon atau sisa makanan dari pohon. - Burung sebagai konsumen kedua memangsa semut. - Ular sebagai konsumen ketiga memangsa burung. <p>3. Sisa tumbuhan → Cacing → Burung → Ular</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sisa tumbuhan atau daun yang gugur diurai oleh cacing yang bertindak sebagai konsumen pertama (detritivor). - Burung pemakan cacing menjadi konsumen kedua. - Ular sebagai konsumen ketiga memangsa burung pemakan cacing.
	<p>12. Siswa kelas X Karya Wisata sedang melakukan</p>		<p>Dalam pengamatan yang dilakukan oleh siswa kelas X Karya Wisata di taman sekolah, terdapat berbagai komponen</p>

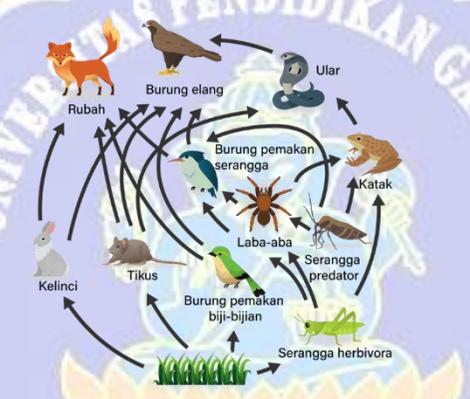
		<p>pengamatan di taman sekolah dan menemukan tanaman bunga, semut, rumput, kupu-kupu, cacing, cahaya matahari, dan batu. Berdasarkan hasil pengamatan kelompokkan yang termasuk komponen biotik dan abiotik! Jelaskan bagaimana salah satu komponen abiotik dapat memengaruhi keberlangsungan hidup komponen biotik di taman tersebut!</p>	<p>ekosistem yang dapat dikelompokkan menjadi komponen biotik dan komponen abiotik.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengelompokan Komponen Ekosistem <ol style="list-style-type: none"> i. Komponen Biotik (Makhluk Hidup): <ul style="list-style-type: none"> - Tanaman bunga (sebagai produsen) - Rumput (sebagai produsen) - Semut (sebagai konsumen) - Kupu-kupu (sebagai konsumen) - Cacing (sebagai detritivor/pengurai) ii. Komponen Abiotik (Benda Tak Hidup): <ul style="list-style-type: none"> - Cahaya matahari - Batu 2. Pengaruh Komponen Abiotik terhadap Komponen Biotik <p>Salah satu komponen abiotik yang sangat berpengaruh dalam ekosistem taman adalah cahaya matahari. Pengaruhnya terhadap komponen biotik antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cahaya matahari digunakan oleh tanaman bunga dan rumput untuk melakukan fotosintesis. Proses ini menghasilkan oksigen dan makanan dalam bentuk glukosa yang diperlukan oleh organisme lain dalam ekosistem. - Cahaya matahari membantu menjaga suhu udara dan tanah agar sesuai bagi kehidupan semut, kupu-kupu, dan cacing. - Cahaya matahari mempengaruhi warna dan pertumbuhan bunga sehingga menarik kupu-kupu untuk melakukan penyerbukan, yang membantu reproduksi tanaman. - Mendukung aktivitas hewan, di mana semut dan kupu-kupu lebih aktif mencari makan di bawah sinar matahari karena suhu yang lebih hangat. Sehingga jika terjadi perubahan dalam komponen abiotik, seperti kurangnya
--	--	--	---

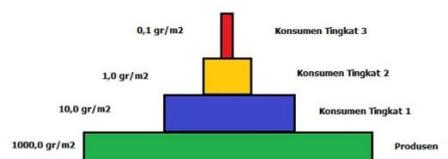
			<p>cahaya matahari, maka pertumbuhan tanaman bisa terganggu, yang kemudian akan memengaruhi seluruh rantai makanan dalam ekosistem taman.</p>															
	Mengkomunikasikan	<p>13. Pada suatu ekosistem ditemukan rumput, pohon, kupu-kupu, belalang, rusa, elang, ular, cahaya matahari, air, dan tanah. Buatlah tabel yang berisi komponen ekosistem, peranan dan hubungan antar komponen tersebut!</p>	<p>Berikut adalah hubungan antar komponen ekosistem dalam gambar.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Komponen Ekosistem</th> <th>Peran dalam Ekosistem</th> <th>Hubungan dengan Komponen Lain</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tumbuhan (Rumput, Pohon, Tanaman) termasuk Biotik (Produsen)</td> <td>Menghasilkan energi melalui fotosintesis</td> <td>Menyediakan makanan bagi herbivora dan oksigen bagi makhluk hidup lainnya</td> </tr> <tr> <td>Hewan (Herbivora: Belalang, Kupu-kupu, Rusa,) termasuk Biotik (Konsumen 1)</td> <td>Memakan tumbuhan untuk mendapatkan energi</td> <td>Dimangsa oleh karnivora dan membantu penyebaran biji tanaman</td> </tr> <tr> <td>Hewan (Karnivora: ular, Elang) termasuk Biotik (Konsumen 2 dan 3)</td> <td>Memakan herbivora dan menjaga keseimbangan populasi</td> <td>Bergantung pada herbivora sebagai sumber makanan</td> </tr> <tr> <td>Cahaya Matahari (Abiotik)</td> <td>Sumber energi utama bagi ekosistem</td> <td>Digunakan oleh tumbuhan dalam fotosintesis</td> </tr> </tbody> </table>	Komponen Ekosistem	Peran dalam Ekosistem	Hubungan dengan Komponen Lain	Tumbuhan (Rumput, Pohon, Tanaman) termasuk Biotik (Produsen)	Menghasilkan energi melalui fotosintesis	Menyediakan makanan bagi herbivora dan oksigen bagi makhluk hidup lainnya	Hewan (Herbivora: Belalang, Kupu-kupu, Rusa,) termasuk Biotik (Konsumen 1)	Memakan tumbuhan untuk mendapatkan energi	Dimangsa oleh karnivora dan membantu penyebaran biji tanaman	Hewan (Karnivora: ular, Elang) termasuk Biotik (Konsumen 2 dan 3)	Memakan herbivora dan menjaga keseimbangan populasi	Bergantung pada herbivora sebagai sumber makanan	Cahaya Matahari (Abiotik)	Sumber energi utama bagi ekosistem	Digunakan oleh tumbuhan dalam fotosintesis
Komponen Ekosistem	Peran dalam Ekosistem	Hubungan dengan Komponen Lain																
Tumbuhan (Rumput, Pohon, Tanaman) termasuk Biotik (Produsen)	Menghasilkan energi melalui fotosintesis	Menyediakan makanan bagi herbivora dan oksigen bagi makhluk hidup lainnya																
Hewan (Herbivora: Belalang, Kupu-kupu, Rusa,) termasuk Biotik (Konsumen 1)	Memakan tumbuhan untuk mendapatkan energi	Dimangsa oleh karnivora dan membantu penyebaran biji tanaman																
Hewan (Karnivora: ular, Elang) termasuk Biotik (Konsumen 2 dan 3)	Memakan herbivora dan menjaga keseimbangan populasi	Bergantung pada herbivora sebagai sumber makanan																
Cahaya Matahari (Abiotik)	Sumber energi utama bagi ekosistem	Digunakan oleh tumbuhan dalam fotosintesis																

			Air (Abiotik)	Menunjang kehidupan semua makhluk hidup	Dibutuhkan oleh tumbuhan dan hewan untuk bertahan hidup
			Tanah (Abiotik)	Media tumbuh bagi tanaman dan sumber nutrisi	Menyediakan unsur hara bagi produsen
Menyusun jaring-jaring makanan atau rantai makanan setelah melakukan pengamatan di lingkungan sekitar dengan benar	Mengklasifikasi	<p>14. Berikut merupakan contoh rantai makanan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Kayu lapuk → Jamur → Ayam → Elang Rumput → Belalang → Kadal → Elang <p>Klasifikasikan kedua rantai makanan tersebut berdasarkan jenisnya! Berilah alasan dari pengelompokan tersebut.</p>	Berdasarkan contoh rantai makanan yang diberikan, klasifikasinya adalah sebagai berikut:		
			Rantai Makanan	Jenis Rantai Makanan	Alasan Pengelompokan
			Kayu lapuk → Jamur → Ayam → Elang	ke rantai makanan saprofit	Rantai makanan ini termasuk ke rantai makanan saprofit karena rantai makanan saprofit adalah rantai makanan yang dimulai dari penguraian jasad mati makhluk hidup dan organisme saprofit yang mampu mengurai sisa-sisa organisme yang telah mati seperti bakteri, jamur, dan lumut kerak. Jamur berperan sebagai saprofit (organisme pengurai) yang memperoleh energi

				<p>dengan menguraikan bahan organik dari kayu lapuk. Ayam memakan jamur, sehingga energi dari kayu lapuk berpindah ke ayam. Dan elang sebagai predator puncak mendapatkan energi dengan memangsa ayam.</p>	
			<p>Rumput → Belalang → Kadal → Elang</p>	<p>Rantai makanan perumput</p>	<p>Rantai makanan ini termasuk ke jenis rantai makanan perumput, karena rantai ini dimulai dari produsen, yaitu rumput yang masih hidup. Kemudian belalang sebagai herbivora (konsumen tingkat pertama) memakan rumput sebagai sumber energinya. Selanjutnya kadal sebagai karnivora (konsumen tingkat kedua) memangsa belalang. Dan elang sebagai predator puncak (konsumen tingkat tinggi) memangsa kadal.</p>

	<p>Mengklasifikasi</p>	<p>15. Pada ekosistem kebun terdapat berbagai jenis hewan, di antaranya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Laba-laba 2. Mamalia karnivora 3. Ulat pemakan daun 4. Kumbang 5. Mamalia pemakan serangga <p>Klasifikasikan makhluk hidup tersebut berdasarkan perannya dalam rantai makanan sebagai produsen, konsumen tingkat pertama, konsumen tingkat kedua, atau konsumen tingkat tinggi! Berilah alasan pengelompokan tersebut!</p>	<p>Dalam ekosistem kebun, makhluk hidup dapat diklasifikasikan berdasarkan perannya dalam rantai makanan sebagai produsen, konsumen tingkat pertama, konsumen tingkat kedua, atau konsumen tingkat tinggi. Berikut adalah klasifikasinya.</p>																	
			<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1393 523 1680 603">Makhluk Hidup</th> <th data-bbox="1680 523 1883 603">Peran dalam Rantai Makanan</th> <th data-bbox="1883 523 2224 603">Alasan Pengelompokan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1393 603 1680 788">Ulat pemakan daun</td> <td data-bbox="1680 603 1883 788">Konsumen tingkat pertama (herbivora)</td> <td data-bbox="1883 603 2224 788">Ulat memakan daun atau bagian tanaman yang merupakan produsen.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1393 788 1680 973">Kumbang</td> <td data-bbox="1680 788 1883 973">Konsumen tingkat pertama (herbivora/detritivora)</td> <td data-bbox="1883 788 2224 973">Beberapa jenis kumbang memakan tanaman atau bahan organik yang membusuk.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1393 973 1680 1158">Laba-laba</td> <td data-bbox="1680 973 1883 1158">Konsumen tingkat kedua (karnivora)</td> <td data-bbox="1883 973 2224 1158">Laba-laba memangsa serangga seperti kumbang atau ulat.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1393 1158 1680 1337">Mamalia pemakan serangga</td> <td data-bbox="1680 1158 1883 1337">Konsumen tingkat kedua (karnivora)</td> <td data-bbox="1883 1158 2224 1337">Mamalia memangsa serangga seperti kumbang dan ulat.</td> </tr> </tbody> </table>	Makhluk Hidup	Peran dalam Rantai Makanan	Alasan Pengelompokan	Ulat pemakan daun	Konsumen tingkat pertama (herbivora)	Ulat memakan daun atau bagian tanaman yang merupakan produsen.	Kumbang	Konsumen tingkat pertama (herbivora/detritivora)	Beberapa jenis kumbang memakan tanaman atau bahan organik yang membusuk.	Laba-laba	Konsumen tingkat kedua (karnivora)	Laba-laba memangsa serangga seperti kumbang atau ulat.	Mamalia pemakan serangga	Konsumen tingkat kedua (karnivora)	Mamalia memangsa serangga seperti kumbang dan ulat.		
Makhluk Hidup	Peran dalam Rantai Makanan	Alasan Pengelompokan																		
Ulat pemakan daun	Konsumen tingkat pertama (herbivora)	Ulat memakan daun atau bagian tanaman yang merupakan produsen.																		
Kumbang	Konsumen tingkat pertama (herbivora/detritivora)	Beberapa jenis kumbang memakan tanaman atau bahan organik yang membusuk.																		
Laba-laba	Konsumen tingkat kedua (karnivora)	Laba-laba memangsa serangga seperti kumbang atau ulat.																		
Mamalia pemakan serangga	Konsumen tingkat kedua (karnivora)	Mamalia memangsa serangga seperti kumbang dan ulat.																		

			Mamalia karnivora	Konsumen tingkat tinggi (karnivora puncak)	Mamalia karnivora memangsa hewan lain, termasuk mamalia pemakan serangga atau laba-laba.
Menginterpretasi	16. Perhatikan gambar jaring-jaring makanan di bawah ini!	 <p>Buatlah interpretasi dari gambar di atas!</p>	<p>Jaring-jaring makanan menunjukkan adanya berbagai tingkat trofik, dari produsen hingga konsumen tingkat tinggi, yang mencerminkan keanekaragaman ekosistem.</p> <ol style="list-style-type: none"> Peran Produsen <ul style="list-style-type: none"> Rumput sebagai produsen utama menyediakan energi bagi herbivora seperti kelinci dan burung pemakan biji. Tanaman ini menjadi dasar rantai makanan, karena tanpa produsen, konsumen primer dan sekunder tidak dapat bertahan. Interaksi Antara Konsumen Primer, Sekunder, dan Tersier <ul style="list-style-type: none"> Kelinci, tikus, burung pemakan biji, dan serangga adalah konsumen primer yang memakan tumbuhan atau biji-bijian. Burung pemakan serangga, katak, laba-laba, dan serangga predator adalah konsumen sekunder, yang memangsa serangga atau hewan kecil lainnya. Ular, rubah, dan burung elang adalah konsumen tersier atau puncak, yang memangsa konsumen sekunder. <p>Jika salah satu organisme berkurang, maka organisme yang bergantung padanya juga akan terdampak. Misalnya, jika tikus berkurang, predatornya seperti ular dan burung elang akan kehilangan sumber makanan. Sebaliknya, jika predator seperti burung elang berkurang, populasi tikus dan kelinci bisa meningkat drastis, yang bisa menyebabkan kerusakan pada ekosistem akibat eksploitasi sumber daya (rumput atau tanaman).</p> 		

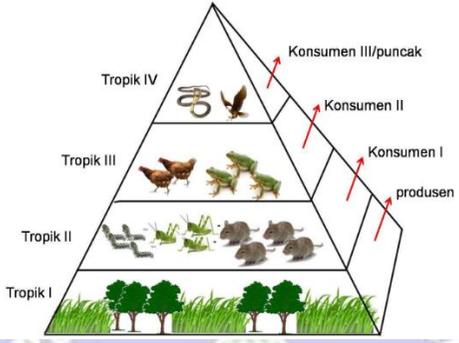
<p>Menginterpretasi</p>	<p>17. Perhatikan gambar piramida biomassa di bawah ini!</p> <p>Padi (Produsen) -> Tikus (Konsumen 1) -> Ular (Konsumen 2) -> Elang (Konsumen 3)</p>  <p>Buatlah interpretasi dari gambar di atas!</p>	<p>Berdasarkan gambar tersebut biomassa menurun pada setiap tingkat trofik. Dari produsen ke konsumen tingkat tertinggi, terjadi penurunan drastis dalam jumlah biomassa. Ini menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil energi yang tersedia di tingkat trofik sebelumnya yang diteruskan ke tingkat berikutnya. Sesuai dengan hukum 10% dalam ekologi, hanya sekitar 10% energi yang diteruskan dari satu tingkat trofik ke tingkat berikutnya, sementara sisanya digunakan untuk aktivitas hidup atau hilang sebagai panas. Misalnya, tikus hanya memperoleh 10% energi dari padi, dan ular hanya mendapatkan sekitar 10% energi dari tikus, dan seterusnya. Jika jumlah tikus menurun drastis, maka ular dan elang akan kehilangan sumber makanan dan populasinya juga bisa menurun. Jika jumlah tikus meningkat berlebihan, akibat kurangnya pemangsa seperti ular dan elang, maka tanaman padi bisa habis, yang akan mengganggu keseimbangan ekosistem. Jika jumlah elang berkurang, maka populasi ular bisa meningkat, yang bisa mengganggu kestabilan populasi tikus.</p>
<p>Meramalkan</p>	<p>18. Selama beberapa bulan terakhir, padang rumput mengalami kekeringan parah, menyebabkan tumbuhan sebagai sumber makanan utama bagi herbivora seperti rusa, kelinci, dan zebra sulit tumbuh dan banyak yang mati. Akibatnya, jumlah produsen di ekosistem</p>	<p>Kekeringan yang parah di padang rumput menyebabkan berkurangnya tumbuhan sebagai sumber makanan utama bagi hewan-hewan herbivora seperti rusa, kelinci, dan zebra. Akibatnya, populasi hewan-hewan herbivora di ekosistem tersebut diprediksi akan menurun.</p> <p>Alasannya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ketersediaan makanan berkurang → Dengan menurunnya jumlah tumbuhan, herbivora akan kesulitan mendapatkan makanan yang cukup untuk bertahan hidup.

		<p>tersebut menurun drastis. Berdasarkan kondisi tersebut, buatlah prediksi mengenai perubahan populasi hewan-hewan tersebut serta jelaskan alasannya!</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Persaingan meningkat → Karena sumber makanan terbatas, hewan-hewan herbivora akan bersaing lebih ketat untuk memperoleh makanan, yang dapat menyebabkan kelaparan bagi sebagian individu. 3. Penurunan tingkat reproduksi → Kekurangan makanan dapat menyebabkan penurunan kesehatan herbivora, yang berdampak pada berkurangnya tingkat kelahiran dan meningkatnya angka kematian. 4. Migrasi atau kepunahan lokal → Beberapa hewan mungkin bermigrasi ke daerah lain yang lebih subur untuk mencari makanan, sedangkan yang tidak mampu beradaptasi bisa mengalami kematian. <p>Jika kekeringan terus berlanjut, keseimbangan ekosistem akan terganggu, tidak hanya bagi herbivora tetapi juga bagi predator yang bergantung pada mereka sebagai sumber makanan.</p>
<p>Meramalkan</p>		<p>19. Bagaimana dampak penebangan pohon secara besar-besaran di hutan tropis terhadap produsen (seperti tanaman) dan konsumen tingkat pertama (seperti herbivora)? Buatlah prediksi mengenai perubahan yang akan terjadi pada kedua kelompok organisme tersebut serta jelaskan alasan yang mendukung prediksi!</p>	<p>Penebangan pohon secara besar-besaran di hutan tropis akan berdampak signifikan pada produsen (tanaman) dan konsumen tingkat pertama (herbivora) dalam ekosistem tersebut.</p> <p>Adapun Prediksi Dampak pada Produsen (Tanaman):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Berkurangnya tanaman yang bergantung pada naungan → Tanaman bawah yang biasa tumbuh di bawah pohon besar akan kehilangan perlindungan dari intensitas cahaya matahari yang berlebihan, sehingga beberapa jenis tanaman yang tidak tahan terhadap sinar matahari langsung dapat mengalami stres atau mati.

			<ol style="list-style-type: none"> 2. Penurunan kelembaban dan kesuburan tanah → Pohon berperan dalam menjaga kelembaban tanah dengan menahan air hujan dan mencegah erosi. Jika pohon ditebang, tanah akan menjadi lebih kering, dan kandungan hara di dalamnya akan berkurang, menyebabkan kesulitan bagi tanaman kecil untuk tumbuh. 3. Gangguan dalam proses fotosintesis → Beberapa tanaman mungkin tidak mendapatkan cukup cahaya untuk melakukan fotosintesis secara optimal, sehingga pertumbuhannya terganggu dan produksi oksigen serta makanan bagi ekosistem menurun. <p>Prediksi Dampak pada Konsumen Tingkat Pertama (Herbivora):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Berkurangnya sumber makanan → Dengan menurunnya populasi produsen, herbivora seperti rusa, monyet, dan serangga akan kekurangan makanan, sehingga populasi mereka juga akan berkurang akibat kelaparan. 2. Peningkatan persaingan antar herbivora → Karena makanan menjadi langka, herbivora akan bersaing lebih ketat untuk mendapatkan sumber makanan yang tersisa. Hal ini bisa menyebabkan beberapa spesies berpindah ke habitat lain atau mengalami penurunan populasi. 3. Migrasi atau kepunahan lokal → Jika sumber makanan tidak mencukupi, beberapa herbivora mungkin bermigrasi ke wilayah lain untuk mencari makanan, sedangkan spesies yang tidak bisa
--	--	---	---

			beradaptasi dengan perubahan lingkungan dapat mengalami penurunan jumlah hingga kepunahan lokal.
	Merencanakan	<p>20. Bagaimana langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi peningkatan populasi tikus di ekosistem sawah akibat berkurangnya jumlah ular karena perburuan liar? Rencanakan solusi yang efektif untuk mengendalikan populasi tikus dan menjaga keseimbangan ekosistem sawah!</p>	<p>Untuk mengatasi peningkatan populasi tikus di ekosistem sawah akibat berkurangnya jumlah ular karena perburuan liar, diperlukan solusi yang efektif dan berkelanjutan guna menjaga keseimbangan ekosistem. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Melindungi dan meningkatkan populasi ular sebagai predator alami tikus dengan mengurangi perburuan liar serta menerapkan regulasi perlindungan terhadap ular di lingkungan sawah. 2. Menjaga pola tanam yang seimbang seperti menanam tanaman pengusir tikus (misalnya serai atau mint) di sekitar sawah untuk mengurangi keberadaan tikus. 3. Menggunakan perangkap tikus secara selektif untuk mengurangi jumlahnya tanpa merusak ekosistem. 4. Menghindari penggunaan racun kimia berlebihan karena dapat berdampak negatif pada ekosistem sawah, termasuk membahayakan predator alami dan mencemari lingkungan. 5. Meningkatkan kesadaran petani mengenai pentingnya peran ular dan predator alami dalam ekosistem, sehingga mereka tidak lagi berburu ular secara berlebihan. 6. Mendorong kolaborasi antara petani dan pemerintah dalam menerapkan kebijakan pengelolaan hama yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.
	Menerapkan	<p>21. Berdasarkan ekosistem sawah yang terdiri dari makhluk</p>	<p>Adapun rantai makanan dari ekosistem sawah yaitu: Padi → Tikus → Ular → Burung elang</p>

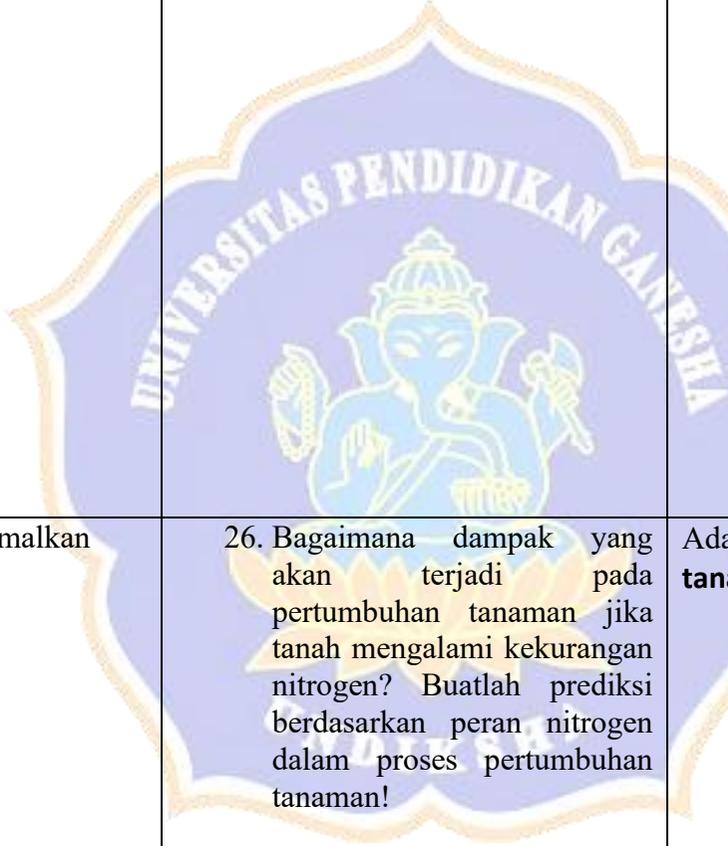
		<p>hidup seperti padi, tikus, ular, dan burung elang, susunlah rantai makanan yang sesuai. Kemudian, terapkan pemahaman Anda dengan menjelaskan peran masing-masing organisme dalam rantai makanan tersebut!</p>	<p>Sedangkan peran masing-masing komponen rantai makanan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Padi (Produsen) → Sebagai produsen, padi berperan dalam menghasilkan energi melalui proses fotosintesis. Energi yang dihasilkan ini akan diteruskan ke tingkat trofik berikutnya dalam rantai makanan. 2. Tikus (Konsumen Primer/Herbivora) → Tikus berperan sebagai konsumen tingkat pertama yang memakan padi. Tikus memperoleh energi dari padi dan menjadi sumber makanan bagi predatornya, yaitu ular. 3. Ular (Konsumen Sekunder/Karnivora) → Ular berperan sebagai konsumen tingkat kedua yang memangsa tikus. Ular membantu mengontrol populasi tikus agar tidak berkembang secara berlebihan, sehingga keseimbangan ekosistem sawah tetap terjaga. 4. Burung Elang (Konsumen Tersier/Karnivora Puncak) → Burung elang merupakan predator puncak dalam rantai makanan ini. Elang memangsa ular, menjaga keseimbangan populasi ular agar tidak berlebihan.
--	--	--	---

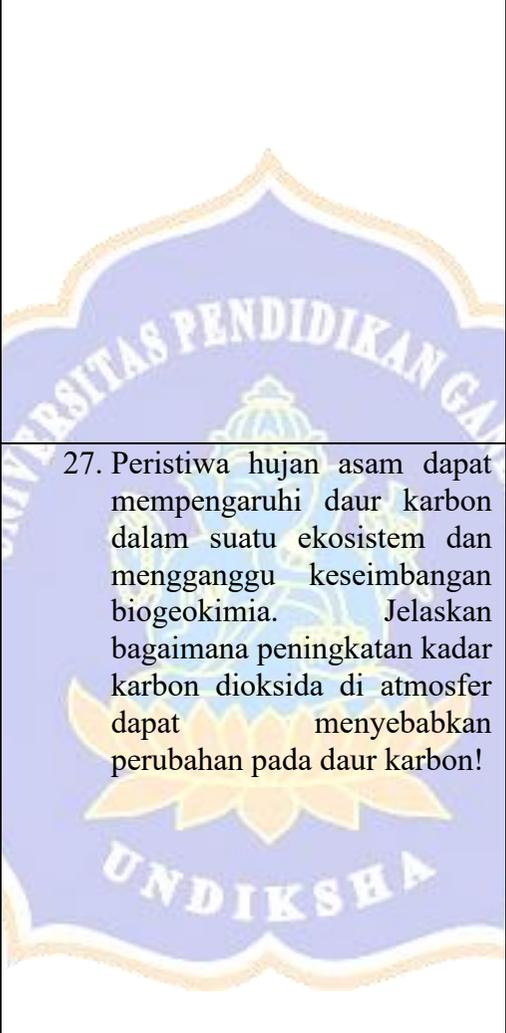
<p>Mengkomunikasikan</p>	<p>22. Perhatikan gambar piramida makanan berikut!</p>  <p>Buatlah sebuah tabel yang mengkomunikasikan informasi mengenai peranan setiap organisme pada setiap tingkat trofik dalam ekosistem!</p>	<p>Piramida makanan menggambarkan hubungan aliran energi antara organisme dalam suatu ekosistem, berikut ini tabel yang mengkomunikasikan informasi mengenai piramida makanan berdasarkan tingkatan trofik dalam ekosistem.</p> <table border="1" data-bbox="1400 375 2210 1313"> <thead> <tr> <th>Tingkat trofik</th> <th>Organisme</th> <th>Peran dalam Ekosistem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trofik (Produsen) 1</td> <td>Tanaman, Rumput</td> <td>Menghasilkan energi melalui fotosintesis dan menjadi sumber makanan bagi konsumen primer.</td> </tr> <tr> <td>Trofik (Konsumen primer) 2</td> <td>Tikus, Belalang, Cacing</td> <td>Memakan produsen (tanaman/rumput) untuk mendapatkan energi dan menjadi makanan bagi konsumen sekunder.</td> </tr> <tr> <td>Trofik (Konsumen sekunder) 3</td> <td>Ayam, Katak</td> <td>Memangsa konsumen primer seperti belalang dan cacing, serta menjadi makanan bagi predator di tingkat lebih tinggi.</td> </tr> </tbody> </table>	Tingkat trofik	Organisme	Peran dalam Ekosistem	Trofik (Produsen) 1	Tanaman, Rumput	Menghasilkan energi melalui fotosintesis dan menjadi sumber makanan bagi konsumen primer.	Trofik (Konsumen primer) 2	Tikus, Belalang, Cacing	Memakan produsen (tanaman/rumput) untuk mendapatkan energi dan menjadi makanan bagi konsumen sekunder.	Trofik (Konsumen sekunder) 3	Ayam, Katak	Memangsa konsumen primer seperti belalang dan cacing, serta menjadi makanan bagi predator di tingkat lebih tinggi.
Tingkat trofik	Organisme	Peran dalam Ekosistem												
Trofik (Produsen) 1	Tanaman, Rumput	Menghasilkan energi melalui fotosintesis dan menjadi sumber makanan bagi konsumen primer.												
Trofik (Konsumen primer) 2	Tikus, Belalang, Cacing	Memakan produsen (tanaman/rumput) untuk mendapatkan energi dan menjadi makanan bagi konsumen sekunder.												
Trofik (Konsumen sekunder) 3	Ayam, Katak	Memangsa konsumen primer seperti belalang dan cacing, serta menjadi makanan bagi predator di tingkat lebih tinggi.												

			Trofik (Konsumen tersier)	4	Ular, Elang Predator puncak dalam rantai makanan yang memangsa konsumen sekunder seperti ayam dan katak, membantu menjaga keseimbangan populasi dalam ekosistem.
Menjelaskan daur biogeokimia yang terjadi di alam melalui pengamaran gambar daur biogeokimia dengan benar	Menginterpretasi		23. Perhatikan gambar siklus karbon di bawah ini!	Sehingga energi dalam ekosistem mengalir dari produsen ke tingkat trofik yang lebih tinggi. Dan semakin tinggi tingkat trofik, jumlah energi yang tersedia semakin sedikit karena sebagian besar energi digunakan oleh organisme untuk aktivitas hidup dan sebagian hilang seiring panas.	
			Siklus karbon adalah proses alami yang mengatur perpindahan karbon di antara atmosfer, biosfer (makhluk hidup), geosfer (tanah dan batuan), dan hidrosfer (udara). Karbon bergerak melalui berbagai proses yang saling berhubungan dalam suatu sistem yang berkelanjutan. Berikut adalah tahapan dalam siklus karbon . <ol style="list-style-type: none"> 1. Tumbuhan hijau menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer melalui stomata daun. Dengan bantuan energi matahari dan air, tumbuhan mengubah CO₂ menjadi glukosa (C₆H₁₂O₆) melalui proses 		

		<p style="text-align: center;">Carbon cycle</p> <p style="text-align: center;">Buatlah interpretasi berdasarkan gambar di atas!</p>	<p>fotosintesis. Oksigen (O₂) dilepaskan sebagai hasil sampingan ke atmosfer.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Hewan herbivora memakan tumbuhan, menyerap karbon yang tersimpan dalam jaringan tanaman. Karnivora kemudian memangsa herbivora, sehingga karbon berpindah ke tingkat trofik yang lebih tinggi dalam rantai makanan. 3. Hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme menggunakan oksigen untuk memecah glukosa menjadi energi. Dalam proses ini, karbon dioksida (CO₂) dihasilkan dan dilepaskan kembali ke atmosfer melalui pernapasan. 4. Saat tumbuhan dan hewan mati, sisa-sisa organik mereka diurai oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Proses penguraian ini menghasilkan karbon dalam bentuk CO₂ (yang dilepaskan ke atmosfer) atau senyawa organik yang tersimpan dalam tanah. 5. Sebagian besar organisme yang mati tidak langsung terurai, melainkan terkubur dalam tanah selama jutaan tahun. Tekanan dan panas tinggi mengubah sisa-sisa organik menjadi bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. 6. Manusia membakar bahan bakar fosil untuk kebutuhan energi (kendaraan, industri, pembangkit listrik). Proses ini menghasilkan karbon dioksida (CO₂) yang dilepaskan ke atmosfer dalam jumlah besar.
<p>Menginterpretasi</p>	<p>24. Interpretasikan informasi mengenai ketersediaan gas</p>		<p>Interpretasi dan penjelasan pemanfaatan gas nitrogen (n₂) oleh organisme.</p>

		<p>nitrogen (N_2) di udara dan bagaimana organisme dapat memanfaatkannya. Gunakan data atau fakta yang relevan untuk menginterpretasikannya.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nitrogen (N_2) merupakan gas yang paling melimpah di atmosfer, mencapai 78% dari udara yang kita hirup. • Beberapa mikroorganisme tertentu, seperti bakteri Rhizobium (hidup bersimbiosis dengan akar tanaman polong-polongan) dan Azotobacter (hidup bebas di tanah), memiliki enzim nitrogenase yang mampu memecah ikatan kuat dalam N_2 dan mengubahnya menjadi senyawa nitrogen yang lebih reaktif. Proses ini disebut fiksasi nitrogen, di mana gas N_2 dikonversi menjadi amonia (NH_3), yang kemudian dapat digunakan oleh tanaman. • Tanaman kemudian menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-) atau amonium (NH_4^+) untuk pertumbuhan dan perkembangan. Kemudian hewan memperoleh nitrogen dengan mengonsumsi tumbuhan atau hewan lain yang sudah mengandung nitrogen. • Siklus nitrogen menjaga keseimbangan ketersediaan nitrogen di lingkungan, memastikan bahwa organisme dapat memperoleh nitrogen secara tidak langsung melalui rantai makanan.
Meramalkan		<p>25. Bagaimana dampak yang akan terjadi pada kadar oksigen di udara jika jumlah pohon di hutan menurun akibat deforestasi? Buatlah prediksi berdasarkan hubungan antara proses fotosintesis dan kadar oksigen di atmosfer!</p>	<p>Adapun prediksi yang akan terjadi akibat deforestasi.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penurunan Produksi Oksigen: Pohon dan tumbuhan hijau berperan dalam menghasilkan oksigen (O_2) melalui proses fotosintesis. Jika jumlah pohon di hutan berkurang akibat deforestasi, maka produksi oksigen juga akan mengalami penurunan. Hal ini menyebabkan penurunan kadar oksigen di atmosfer, terutama di daerah yang mengalami deforestasi besar-besaran.

			<ol style="list-style-type: none"> 2. Peningkatan Karbon Dioksida: Selain menghasilkan oksigen, pohon juga menyerap karbon dioksida (CO₂) selama fotosintesis. Dengan berkurangnya jumlah pohon, penyerapan CO₂ menjadi lebih sedikit, sehingga kadar CO₂ di udara meningkat. Peningkatan CO₂ dapat mempercepat pemanasan global dan perubahan iklim, yang secara tidak langsung memengaruhi kualitas udara dan keseimbangan ekosistem. 3. Gangguan terhadap Makhluk Hidup: Oksigen sangat penting bagi respirasi makhluk hidup seperti manusia dan hewan. Jika kadar oksigen di udara terus menurun, maka dapat menyebabkan gangguan pernapasan, terutama di daerah perkotaan yang sudah memiliki kualitas udara rendah. Beberapa organisme yang sangat bergantung pada kadar oksigen tertentu juga bisa mengalami penurunan populasi akibat perubahan lingkungan ini.
Meramalkan		<p>26. Bagaimana dampak yang akan terjadi pada pertumbuhan tanaman jika tanah mengalami kekurangan nitrogen? Buatlah prediksi berdasarkan peran nitrogen dalam proses pertumbuhan tanaman!</p>	<p>Adapun prediksi yang akan terjadi pada pertumbuhan tanaman jika tanah mengalami kekurangan nitrogen.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pertumbuhan tanaman lambat: Nitrogen (N) adalah unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman untuk pembentukan asam amino, protein, klorofil, dan enzim. Jika tanah kekurangan nitrogen, tanaman akan mengalami hambatan pertumbuhan, karena nitrogen berperan penting dalam pembelahan dan pembesaran sel. 2. Daun Menjadi Kuning (Klorosis): Nitrogen diperlukan dalam pembentukan klorofil, pigmen hijau yang membantu tanaman melakukan fotosintesis. Jika

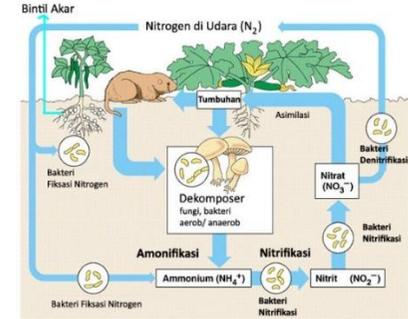
			<p>tanaman kekurangan nitrogen, daun akan berubah menjadi kuning (klorosis), terutama pada daun yang lebih tua, karena tanaman akan mengalihkan nitrogen yang tersisa ke daun muda.</p> <p>3. Penurunan Produksi dan Hasil Panen: Tanaman yang mengalami kekurangan nitrogen tidak dapat berfotosintesis secara optimal, sehingga pertumbuhan lambat dan ukuran tanaman lebih kecil dari biasanya. Produktivitas tanaman menurun, menghasilkan buah atau biji yang lebih sedikit dan lebih kecil. Pada tanaman pangan seperti padi dan jagung, hal ini dapat menyebabkan penurunan hasil panen secara drastis.</p>
	Menerapkan	<p>27. Peristiwa hujan asam dapat mempengaruhi daur karbon dalam suatu ekosistem dan mengganggu keseimbangan biogeokimia. Jelaskan bagaimana peningkatan kadar karbon dioksida di atmosfer dapat menyebabkan perubahan pada daur karbon!</p>	<p>Peningkatan kadar karbon dioksida (CO_2) di atmosfer dapat mempercepat efek rumah kaca, sehingga menyebabkan pemanasan global. Pemanasan ini meningkatkan laju penguraian bahan organik oleh mikroorganisme, sehingga lebih banyak CO_2 dilepaskan ke atmosfer. CO_2 berlebih dapat larut dalam air hujan, membentuk asam karbonat yang menyebabkan hujan asam. Hujan asam mengganggu siklus karbon dengan merusak tumbuhan (penghambatan fotosintesis) dan mengubah pH tanah serta perairan, yang mempengaruhi organisme dan penyimpanan karbon di ekosistem tersebut. Hujan asam merusak daun tanaman, menghambat fotosintesis, sehingga mengurangi jumlah karbon yang diserap dari atmosfer. Kerusakan pada hutan akibat hujan asam juga mengurangi jumlah pohon yang berperan dalam menyerap karbon, memperburuk ketidakseimbangan karbon di atmosfer.</p>

	Merencanakan	<p>28. Suatu kelompok peneliti ditugaskan untuk merencanakan pengelolaan ekosistem hutan tropis agar keberlanjutan siklus karbon dan nitrogen tetap terjaga. Pada perencanaan tersebut, seluruh kelompok harus memikirkan langkah-langkah yang dapat digunakan untuk mencegah gangguan yang merusak keseimbangan kedua siklus tersebut. Jelaskan apa saja langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalkan gangguan terhadap siklus tersebut?</p>	<p>Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalkan gangguan terhadap siklus karbon dan nitrogen dalam ekosistem hutan tropis yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reboisasi dan konservasi hutan untuk memastikan penyerapan karbon yang optimal oleh pohon dan mengurangi deforestasi. 2. Pengurangan pembakaran hutan yang dapat mengurangi emisi karbon ke atmosfer. 3. Pengelolaan limbah dan pengendalian polusi untuk menghindari pencemaran yang dapat merusak siklus nitrogen. 4. Peningkatan kesadaran masyarakat atau edukasi tentang pentingnya menjaga keberlanjutan ekosistem hutan tropis. 						
	Mengkomunikasikan	<p>29. Buatlah sebuah tabel yang berisi tentang tahapan dan penjelasan mengenai siklus air secara jelas dan terstruktur!</p>	<p>Daur air merupakan suatu proses perputaran air yang terjadi di alam secara berulang-ulang dan teratur dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi. Berikut adalah tabel yang mengkomunikasikan proses terjadinya siklus air (secara jelas dan terstruktur:</p> <table border="1" data-bbox="1406 1043 2190 1342"> <thead> <tr> <th data-bbox="1406 1043 1487 1086">No.</th> <th data-bbox="1487 1043 1749 1086">Tahap</th> <th data-bbox="1749 1043 2190 1086">Penjelasan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1406 1086 1487 1342">1</td> <td data-bbox="1487 1086 1749 1342">Evaporasi</td> <td data-bbox="1749 1086 2190 1342">1. Proses penguapan air dari tubuh-tubuh air, seperti laut, danau, dan sungai yang diakibatkan oleh pemanasan sinar matahari. Air yang menguap akan naik ke langit dan menjadi awan.</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Tahap	Penjelasan	1	Evaporasi	1. Proses penguapan air dari tubuh-tubuh air, seperti laut, danau, dan sungai yang diakibatkan oleh pemanasan sinar matahari. Air yang menguap akan naik ke langit dan menjadi awan.
No.	Tahap	Penjelasan							
1	Evaporasi	1. Proses penguapan air dari tubuh-tubuh air, seperti laut, danau, dan sungai yang diakibatkan oleh pemanasan sinar matahari. Air yang menguap akan naik ke langit dan menjadi awan.							

			2	Transpirasi	Merupakan penguapan air dari permukaan tumbuhan. Tumbuhan melepaskan uap air ke atmosfer melalui stomata daunnya dan membantu meningkatkan kelembaban udara.
			3	Kondensasi	Pada tahap ini menampakkan perubahan wujud uap air menjadi titik-titik air di atmosfer, sehingga membentuk awan atau uap air yang naik ke atmosfer mengalami pendinginan dan berubah menjadi tetesan air kecil yang berkumpul membentuk awan. Proses ini terjadi karena pengaruh rendahnya suhu udara pada ketinggian atmosfer tertentu.
			4	Presipitasi	Ketika butiran air dalam awan semakin besar dan berat, mereka jatuh ke permukaan bumi dalam bentuk hujan, salju, atau hujan es, tergantung pada kondisi atmosfer.

Mengkomunikasikan

30. Buatlah sebuah gambar yang mengkomunikasikan proses terjadinya daur nitrogen! Dan berikan penjelasan pada setiap tahap dalam daur nitrogen secara jelas dan terstruktur!



Daur nitrogen adalah proses alami yang mengubah nitrogen di atmosfer dan tanah menjadi bentuk-bentuk yang dapat digunakan oleh makhluk hidup. Berikut adalah tahap-tahapnya:

1. Fiksasi Nitrogen: Nitrogen gas (N_2) di atmosfer diubah menjadi amonium (NH_4^+) oleh bakteri pengikat nitrogen di akar tanaman yaitu *Rhizobium leguminosarum* dan *Azotobacteraceae* yang ada di akar tumbuhan kacang-kacangan.
2. Nitrifikasi: Bakteri nitrifikasi mengubah amonium menjadi nitrit (NO_2^-), lalu menjadi nitrat (NO_3^-) yang dapat diserap oleh tanaman.
3. Asimilasi: Tanaman menyerap nitrat dari tanah dan menggunakannya untuk sintesis protein dan senyawa penting lainnya.
4. Amonifikasi: Ketika makhluk hidup mati atau menghasilkan limbah, bakteri pengurai mengubah nitrogen organik menjadi amonium.
5. Denitrifikasi: Dalam kondisi anaerob, bakteri denitrifikasi mengubah nitrat kembali menjadi nitrogen gas (N_2), melepaskannya kembali ke atmosfer.



Lampiran 3. Instrumen Keterampilan Proses Sains**SOAL PRE-TEST DAN POST-TEST
EKOSISTEM**

Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Semarang
Mata Pelajaran : Biologi
Kelas/Semester : X/2
Materi : Ekosistem

PETUNJUK UMUM:

1. Isilah identitas dengan baik dan benar sebelum mengerjakan soal.
2. Kerjakan setiap soal pada lembar jawaban yang telah disediakan.
3. Periksa kembali jawaban Anda sebelum dikumpulkan!

Keterampilan Mengamati

1. Buatlah hasil pengamatan tentang daun tanaman mangga sebagai komponen biotik dengan menggunakan indra dan alat bantu!



2. Buatlah hasil pengamatan tentang bunga tanaman cempaka sebagai komponen biotik dengan menggunakan indra dan alat bantu!

**Keterampilan Mengklasifikasi**

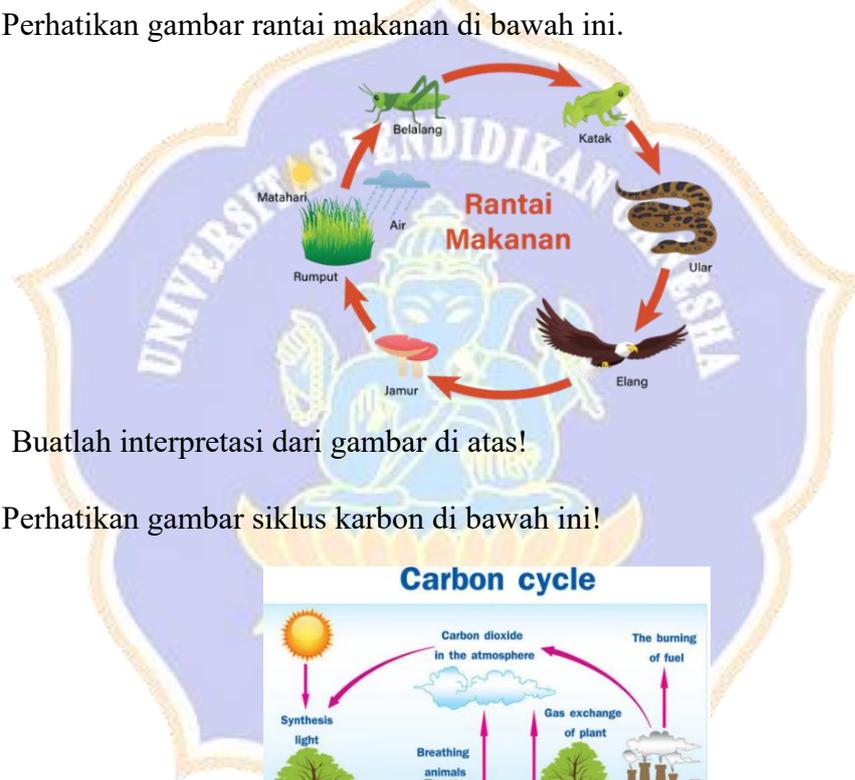
3. Pada ekosistem kebun terdapat berbagai jenis hewan, di antaranya:
 - 1) Laba-laba
 - 2) Mamalia karnivora

- 3) Ulat pemakan daun
- 4) Kumbang
- 5) Mamalia pemakan serangga

Klasifikasikan makhluk hidup tersebut berdasarkan perannya dalam rantai makanan sebagai produsen, konsumen tingkat pertama, konsumen tingkat kedua, atau konsumen tingkat tinggi! Berilah alasan pengelompokan tersebut!

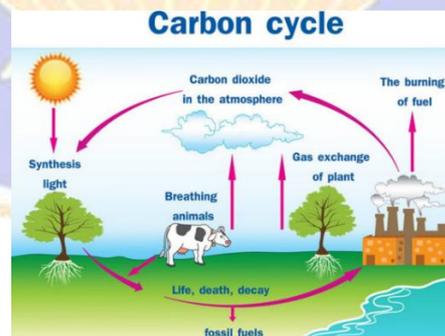
Keterampilan Menginterpretasi

4. Perhatikan gambar rantai makanan di bawah ini.



Buatlah interpretasi dari gambar di atas!

5. Perhatikan gambar siklus karbon di bawah ini!



Buatlah interpretasi berdasarkan gambar di atas!

Keterampilan Meramalkan

6. Bagaimana perubahan suhu air akibat perubahan iklim dapat memengaruhi populasi ikan dalam ekosistem perairan? Prediksikan dampak yang mungkin terjadi dan jelaskan!

Keterampilan Merencanakan

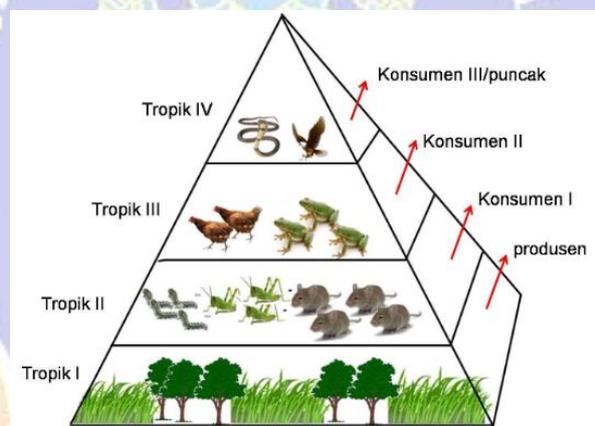
7. Pada lahan basah mengalami penurunan kualitas air karena pencemaran limbah domestik. Hal ini berdampak pada penurunan populasi organisme biotik seperti ikan dan tumbuhan air, serta perubahan sifat abiotik seperti pH dan kadar oksigen. Jelaskan bagaimana solusi untuk mengatasi pencemaran dan memulihkan keseimbangan antara komponen di ekosistem tersebut!

Keterampilan Menerapkan

8. Berdasarkan ekosistem sawah yang terdiri dari makhluk hidup seperti padi, tikus, ular, dan burung elang, susunlah rantai makanan yang sesuai. Kemudian, terapkan pemahaman Anda dengan menjelaskan peran masing-masing organisme dalam rantai makanan tersebut!

Keterampilan Mengkomunikasikan

9. Perhatikan gambar piramida makanan berikut!



Buatlah sebuah tabel yang mengkomunikasikan informasi mengenai peranan setiap organisme pada setiap tingkat trofik dalam ekosistem!

10. Buatlah sebuah tabel yang berisi tentang tahapan dan penjelasan mengenai siklus air secara jelas dan terstruktur!

Lampiran 4. Modul Ajar Kelas Eksperimen



MODUL AJAR 1

EKOSISTEM

INFORMASI UMUM

I IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	: Putu Lia Rusita Dewi
Satuan Pendidikan	: SMA
Fase/Kelas/Semester	: E-X (sepuluh)/Ganjil
Mata Pelajaran	: Biologi
Alokasi Waktu	: 2 JP
Tahun Penyusunan	: 2025

II CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

III KOMPETENSI AWAL

Peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global dalam bentuk proyek sederhana yang diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

IV PROFIL PELAJAR PANCASILA

1. Bergotong-royong dengan berkolaborasi bersama teman sekelompok untuk menyelesaikan tugas kelompok dengan baik.
2. Bernalar kritis dalam merefleksi pemikiran dan proses berpikir dalam mengambil keputusan.
3. Mandiri, peserta didik memiliki inisiatif dan bekerja secara mandiri dalam melaksanakan keterampilan proses.

V SARANA DAN PRASARANA

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| 1. Gawai | 4. Lembar Kerja Peserta Didik |
| 2. Akses Internet | 5. Referensi Lainnya |
| 3. Buku Teks | |

VI MODEL PEMBELAJARAN

Model pembelajaran yang digunakan dalam materi ekosistem adalah *Authentic Problem Inquiry (API)*

KOMPETENSI INTI

I TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem dan interaksi dalam ekosistem melalui pengamatan ekosistem di lingkungan sekitar dengan benar.

II PEMAHAMAN BERMAKNA

Peserta didik memahami bahwa makhluk hidup tidak dapat hidup sendiri, melainkan selalu berinteraksi dengan makhluk hidup lainnya. Baik itu untuk mendapatkan makanan, mempertahankan wilayah tempat tinggal, hingga untuk mendapatkan pasangan agar memperoleh keturunan. Interaksi tidak hanya terjadi antar makhluk hidup, namun juga antara makhluk hidup /komponen biotik dengan makhluk tak hidup/ komponen abiotik. Hubungan antar komponen dalam ekosistem saling mempengaruhi dan membentuk keseimbangan. Sehingga ketika salah satu komponen musnah atau menghilang, maka akan terjadi ketidakseimbangan yang mengakibatkan dampak buruk terjadi pada ekosistem.

III KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pendahuluan: 10 Menit

- g. Guru menyampaikan salam dan menanyakan kabar peserta didik.
- h. Guru memimpin peserta didik untuk melakukan doa bersama.
- i. Guru memeriksa kesiapan peserta didik dalam belajar dan kebersihan kelas.
- j. Guru melakukan absensi peserta didik.
- k. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan pembelajaran.

Kegiatan Inti: 70 Menit

Tahap 1. Orientasi Pada Masalah Otentik (KPS : Mengamati)

- a. Guru membagi peserta didik dalam kelompok belajar secara heterogen (4-5 orang).
- b. Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi masalah sesuai yang tertera dalam LKPD dan menyuruh peserta didik bertanya jika terdapat hal yang kurang jelas.
- c. Guru meminta peserta didik untuk membuat identifikasi masalah terkait permasalahan yang ada pada LKPD.

Tahap 2. Merumuskan Masalah (KPS : Meramalkan dan Merencanakan)

- a. Guru meminta peserta didik untuk berdiskusi dengan kelompoknya masing-masing.
- b. Guru membimbing peserta didik untuk membuat rumusan pertanyaan berdasarkan identifikasi masalah yang sudah dibuat sebelumnya.

Tahap 3. Penyelidikan (KPS : Mengamati, Merencanakan, Mengklasifikasi, dan Menginterpretasi)

- a. Guru meminta setiap kelompok untuk membagi tugas mencari dan mengumpulkan informasi yang digunakan untuk memecahkan masalah pada LKPD.
- b. Guru memastikan anggota di masing-masing kelompok memahami tugasnya.
- c. Guru memberitahu peserta didik untuk mengumpulkan bahan bacaan yang dijadikan acuan untuk mendapatkan data seperti buku paket biologi, modul biologi atau dapat mengunduh informasi di internet.
- d. Guru memantau keterlibatan peserta didik selama proses penyelidikan dan pencarian informasi.
- e. Guru menyuruh peserta didik untuk melaksanakan penyelidikan sesuai LKPD.

Tahap 4. Pertukaran hasil (*sharing results*) (KPS : Menginterpretasi dan Mengkomunikasikan)

- a. Guru meminta 3-4 kelompok untuk melakukan presentasi terhadap hasil diskusi sesuai instruksi pada LKPD.
- b. Guru melakukan penilaian kepada peserta didik jika ada yang bertanya mengenai hal yang belum dipahami atau membantu menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru dan peserta didik.

Tahap 5. Evaluasi dan Refleksi (KPS : Menerapkan)

- c. Guru memberikan sebuah penghargaan pada peserta didik yang aktif selama kegiatan diskusi dan yang memberikan jawaban atau masukan pada saat presentasi berlangsung.
- d. Guru memilih solusi yang berkualitas yang disusun oleh peserta didik terkait solusi dalam memecahkan permasalahan yang ada pada LKPD.

Kegiatan Penutup: 10 Menit

- a. Guru bersama peserta didik mengevaluasi kegiatan pembelajaran dan meminta peserta didik untuk menyampaikan kesimpulan dari hasil belajar.
- b. Menginformasikan materi dan agenda pembelajaran berikutnya.
- c. Menutup kegiatan pembelajaran dengan berdoa bersama.

PENILAIAN

Aspek Penilaian	Teknik Penilaian	Instrumen Penilaian
Kognitif	Instrumen tes uraian keterampilan proses sains	Rubrik dan pedoman penskoran jawaban tes keterampilan proses sains
Psikomotor	Observasi selama proses pembelajaran	Lembar observasi dan rubrik penilaian



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK EKOSISTEM

**KELAS X SMA
SEMESTER 2
TAHUN AJARAN 2024/2025**



Oleh:
Putu Lia Rusita Dewi



Pembimbing:
Prof. Dr. Putu Budi Adnyana, M.Si.
Ajeng Purnama Heny, M.Pd.

Universitas Pendidikan Ganesha
2025



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

PERTEMUAN 1.

Sub Topik 1. Komponen Penyusun Ekosistem

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Mata Pelajaran	:	Biologi
Topik	:	Komponen Penyusun Ekosistem dan Interaksi Antar Komponen Ekosistem
Tujuan Pembelajaran	:	Peserta didik dapat mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem dan interaksi dalam komponen melalui pengamatan ekosistem di lingkungan sekitar dengan benar
Kelas	:	
Kelompok	:	
Petunjuk		<ol style="list-style-type: none"> 1. Bacalah dan pahami materi tentang komponen penyusun ekosistem dan interaksi antar komponen ekosistem. 2. Gunakan literatur atau sumber belajar lain yang berkaitan dengan materi. 3. Diskusikan dengan kelompokmu. 4. Jawablah semua pertanyaan yang ada dalam LKPD dengan benar, jelas, dan tepat.
Nama Anggota	:	
		1.
		2.
		3.
		4.
		5.
		6.

1. Orientasi Masalah (KPS : Mengamati)

a. Penyajian Masalah Otentik

Menurunnya Keanekaragaman Hayati Akibat Pembangunan Infrastruktur



Keanekaragaman hayati memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, termasuk di lingkungan sekitar. Namun, saat ini banyak wilayah menghadapi masalah penurunan keanekaragaman hayati. Hal ini disebabkan oleh minimnya jumlah tumbuhan, kurangnya area hijau, dan berkurangnya habitat alami untuk mendukung kehidupan berbagai makhluk hidup seperti burung, serangga, dan hewan kecil lainnya. Salah satu penyebabnya yaitu pembangunan infrastruktur seperti perumahan, jalan tol, dan gedung yang seringkali menggantikan area hijau alami, sehingga menghilangkan tempat hidup bagi flora dan fauna lokal. Akibat dari kondisi ini, beberapa wilayah kehilangan potensi sebagai laboratorium alam yang bisa mendukung pembelajaran lingkungan dan menjadi tempat tumbuhnya kesadaran ekologis pada masyarakat. Lingkungan sekitar yang monoton juga berisiko menurunkan kualitas udara, memperburuk suhu mikro, serta mengurangi daya tarik estetika.

b. Diskusi Klarifikasi Istilah

1. Keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman di antara makhluk hidup dari semua sumber, diantaranya daratan, lautan, dan ekosistem akuatik (perairan) lainnya, serta variasi semua bentuk kehidupan di Bumi, termasuk gen, spesies, dan ekosistem, yang berperan dalam menjaga keseimbangan dan fungsi alam.
2. Ekosistem adalah interaksi antara makhluk hidup (biotik) dan lingkungan tidak hidup (abiotik) di suatu area, yang saling bergantung untuk menjaga keseimbangan alam.
3. Habitat adalah suatu tempat alami yang memiliki faktor abiotik maupun biotik untuk mendukung makhluk hidup untuk bertahan hidup dan berkembang biak.

2. Perumusan Masalah (KPS : Meramalkan dan Merencanakan)

3. Melaksanakan Penyelidikan (KPS : Mengamati, Merencanakan, Mengklasifikasi, dan Menginterpretasi)

Buatlah hasil penyelidikan berdasarkan masalah yang dirumuskan dan selanjutnya dibuat kesimpulan

a. Mengumpulkan informasi/Data

Carilah informasi dari berbagai sumber untuk menjawab rumusan masalahnya!

b. Identifikasi Komponen Biotik Dan Abiotik dalam Ekosistem Sekolah

Langkah Kerja:

1. Tentukan daerah yang akan diamati, misalnya halaman sekolah, kolam, sungai, atau sawah.
2. Analisis komponen biotik dan abiotik yang menyusun ekosistem tersebut serta peranan masing-masing komponen!
3. Amati interaksi yang terjadi antar makhluk hidup yang terjadi dalam ekosistem tersebut!
4. Tulislah semua makhluk hidup dan makhluk tak hidup berdasarkan hasil pengamatan Anda pada tabel berikut!

No	Komponen	Peranan dalam Ekosistem
1	Komponen Biotik	
	a.	
	b.	
	c.	
	d.	
	e.	
2	Komponen Abiotik	
	a.	
	b.	
	c.	
	d.	
	e.	

4. Pertukaran Hasil (KPS : Menginterpretasi dan Mengkomunikasikan)

Tujuan:

- Mengkomunikasikan temuan dan solusi.

Proses:

- Setiap kelompok menyajikan hasil temuannya kepada kelas melalui presentasi.
- Presentasi dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, seperti tayangan slide, poster, atau proyek multimedia yang memungkinkan peserta didik untuk menyampaikan proses belajar dan mendukung solusi dengan bukti.

5. Evaluasi dan Refleksi (KPS : Menerapkan)

Tujuan:

- Menilai efektivitas solusi dan merefleksikan proses pembelajaran.

Proses:

- Setelah presentasi, peserta didik dan guru bersama-sama mengevaluasi jawaban pertanyaan dan solusi yang telah diusulkan.

Evaluasi ini mencakup:

- a. Kebenaran jawaban dari rumusan masalah.
 - b. Kelayakan dan kepraktisan solusi yang diusulkan.
 - c. Apakah solusi tersebut realistis dan dapat diterapkan
- Selanjutnya, siswa menuliskan refleksi tentang:
 - a. Pengalaman belajar yang paling berkesan.
 - b. Materi yang dipahami.
 - c. Keterampilan proses sains yang dikuasai (Misalnya: Mengamati, Mengklasifikasikan, Menginterpretasi, Meramalkan, Menerapkan, Merencanakan, dan Mengomunikasikan).

MATERI EKOSISTEM PERTEMUAN 1

KOMPONEN PENYUSUN EKOSISTEM DAN INTERAKSI ANTAR KOMPONEN EKOSISTEM

Setiap makhluk hidup dalam usahanya memenuhi kebutuhan hidupnya akan selalu mengadakan hubungan. Hubungan antar makhluk hidup dan lingkungannya yang membentuk suatu sistem ekologi disebut dengan ekosistem.

1. Komponen Penyusun Ekosistem

a) Komponen Biotik

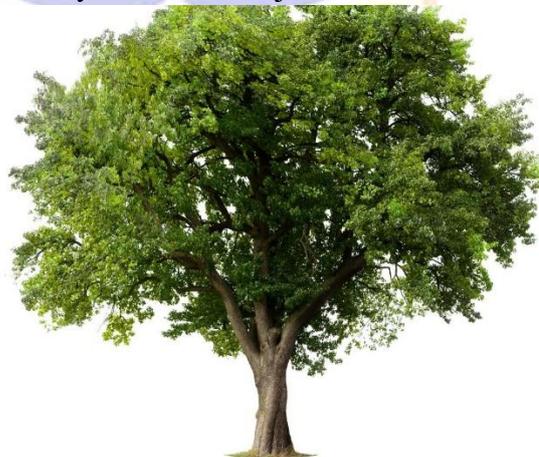
Komponen biotik ekosistem biasanya meliputi semua jenis makhluk hidup baik berupa manusia, hewan, jamur, maupun mikroorganisme lain. Setiap komponen biotik memiliki peran dan fungsi yang bertujuan mempertahankan suatu bentuk ekosistem. Sebagai komponen biotik, manusia memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap keberlangsungan ekosistem dan juga pemusnahan komponen biotik lainnya.

Selain itu, manusia juga memiliki peran dalam menjaga keberlangsungan hidup hewan dan tumbuhan. Di dalam suatu ekosistem, terdapat makhluk hidup yang hidup berdampingan dan beradaptasi masing-masing. Habitat adalah tempat makhluk hidup tinggal dan berkembang biak. Komponen biotik dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan cara memperoleh makanan, komponen biotik dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

a. Organisme Autotrof

Organisme autotrof merupakan organisme yang dapat mengubah bahan anorganik menjadi organik (dapat membuat makanan sendiri), contohnya tumbuhan hijau.



Keterangan: Tumbuhan sebagai organisme autotroph

b. Organisme Heterotrof

Organisme heterotrof adalah organisme yang memperoleh bahan organik dari organisme lain (tidak dapat membuat makanan sendiri), contohnya jamur, buaya, dan tikus.



Keterangan: Contoh organisme heterotrof

2. Berdasarkan peranannya dalam ekosistem, komponen biotik dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu produsen, konsumen, dan pengurai:

a. **Produsen** merupakan makhluk hidup yang dapat menghasilkan bahan organik dari bahan anorganik yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup lainnya. Produsen merupakan organisme autotrof, contohnya tumbuhan hijau.

b. **Konsumen** adalah kelompok makhluk hidup yang tidak dapat membuat makanannya sendiri dan bergantung pada makhluk hidup lain. Konsumen disebut organisme heterotrof. Konsumen dibedakan menjadi tiga macam yaitu sebagai berikut:

(1) **Herbivora**, merupakan jenis makhluk hidup yang mengonsumsi tumbuhan, contohnya sapi, kambing, dan sebagainya. Makhluk hidup jenis ini disebut sebagai konsumen primer.

(2) **Karnivora**, merupakan jenis makhluk hidup yang mengonsumsi daging dari makhluk hidup lain. Makhluk hidup jenis ini termasuk konsumen tingkat kedua, contohnya harimau, buaya, komodo, dan sebagainya.

(3) **Omnivora**, merupakan makhluk hidup yang mengonsumsi segala bentuk makanan, mulai dari tumbuhan hingga daging, contohnya manusia, tikus, dan sebagainya. Makhluk hidup jenis ini disebut sebagai konsumen puncak.

Berdasarkan tingkatannya, konsumen dibedakan menjadi tiga macam yaitu sebagai berikut:

- **Konsumen primer**, merupakan konsumen tingkat pertama yang memakan produsen atau tumbuhan.

- **Konsumen sekunder**, merupakan konsumen yang memakan konsumen tingkat pertama.
 - **Konsumen tersier**, merupakan konsumen yang memakan makhluk hidup yang berada di tingkat konsumen sekunder.
- c. **Pengurai (dekomposer)** adalah organisme heterotrof yang menguraikan produsen dan konsumen yang sudah mati. Contoh organisme yang termasuk pengurai adalah cacing tanah, jamur, dan bakteri. Sebagai komponen biotik, dekomposer memiliki peran sebagai perombak yang mana bisa membuat zat organik bisa terurai dan mengalami daur ulang kembali dan membentuk zat hara. Pada umumnya organisme yang termasuk dekomposer memiliki bentuk yang kecil dan berada di dalam tanah, udara, dan air. Sebagai contoh jamur dan bakteri. Walaupun memiliki bentuk yang kecil, organisme yang disebut sebagai dekomposer memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan di bumi dan memiliki peran untuk mendukung terbentuknya ekosistem yang seimbang.

b) **Komponen Abiotik**

Komponen abiotik merupakan komponen penyusun ekosistem yang terdiri atas benda-benda tidak hidup yang memberikan banyak manfaat serta pengaruh untuk kehidupan manusia dan juga makhluk hidup lainnya. Seperti halnya komponen biotik, komponen abiotik juga memiliki peran penting untuk kelangsungan hidup di suatu ekosistem. Di bawah ini adalah contoh peran penting komponen abiotik.

- 1) **Cahaya matahari**, merupakan sumber energi utama semua makhluk hidup karena dengan adanya cahaya matahari dapat membantu membuat makanannya sendiri melalui fotosintesis. Adapun hasil fotosintesis yang berupa bahan organik selanjutnya akan dimanfaatkan oleh manusia dan hewan sebagai sumber makanan. Selain itu secara tidak langsung cahaya matahari memengaruhi suhu udara dalam ekosistem yang berpengaruh terhadap keberadaan siang dan malam serta cuaca di lingkungan.
- 2) **Suhu**, berpengaruh terhadap ekosistem karena suhu merupakan syarat yang diperlukan organisme untuk hidup. Selain itu suhu sangat berpengaruh terhadap makhluk hidup yang ada di dalam suatu ekosistem. Hal ini disebabkan oleh perubahan suhu dapat mengakibatkan perubahan iklim dan curah hujan.
- 3) **Air**, merupakan komponen abiotik yang sangat penting. Air berpengaruh terhadap kelangsungan kehidupan makhluk hidup dan dibutuhkan untuk kelangsungan hidup organisme secara aktif, pelarut makanan yang dimakan oleh makhluk hidup. Selain itu, air juga diperlukan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis. Adapun bagi hewan, air diperlukan untuk tempat hidupnya.
- 4) **Tanah**, merupakan salah satu sumber daya yang berperan penting terhadap keberlangsungan hidup organisme. Tanah merupakan

tempat hidup bagi organisme yang berada di habitatnya sebagai penyedia air bagi makhluk hidup lainnya yang bervariasi. Peran yang cukup penting dalam persebaran organisme dengan struktur fisik, pH, dan kandungan mineral yang bervariasi di dalamnya. Selain itu, jenis tanah, tekstur atau komposisi partikel tanah, derajat keasaman, dan kandungan garam mineral bisa memengaruhi kualitas dari tanah tersebut.

- 5) **Udara**, merupakan komponen abiotik yang berfungsi untuk sistem pernapasan. Oksigen yang kita gunakan untuk bernapas atau CO₂ yang diperlukan tumbuhan untuk berfotosintesis juga berasal dari udara. Suhu udara dapat memengaruhi metabolisme makhluk hidup. Semua makhluk hidup mempunyai batasan suhu tertentu untuk bisa bertahan hidup.
- 6) **Topografi** adalah letak suatu tempat dipandang dari ketinggian di atas permukaan air laut (*altitude*) atau dipandang dari garis bujur dan garis lintang (*latitude*). Topografi yang berbeda menyebabkan perbedaan intensitas cahaya, kelembapan, tekanan udara, dan suhu udara sehingga topografi dapat menggambarkan distribusi makhluk hidup.

2. Interaksi Antarkomponen Ekosistem

Setiap makhluk hidup di dalam suatu ekosistem berinteraksi dengan komponen biotik maupun komponen abiotik. Interaksi antara makhluk hidup dan komponen biotik serta abiotik baik secara langsung maupun tak langsung terjadi pada tingkat organisasi kehidupan. Tingkat organisasi ini dimulai dari individu, populasi, komunitas, ekosistem, bioma, dan biosfer.

a. Individu

merupakan satuan fungsional dan struktural terkecil dalam ekosistem. Individu adalah satu makhluk hidup tunggal. Individu bisa berupa organisme bersel tunggal (*uniseluler*) atau organisme banyak (*multiseluler*) yang bekerja sama dalam satu kesatuan. Contoh individu adalah seorang manusia, seekor ikan, dan seekor semut.

b. Populasi

Populasi adalah sekumpulan individu yang sejenis atau satu spesies yang menempati suatu daerah atau tempat lain pada waktu tertentu. Sebagai contoh adalah populasi sapi. Populasi ini akan meningkat ketika jumlah kelahiran di tempat tersebut melebihi jumlah kematiannya. Sebaliknya, populasi akan menurun ketika jumlah individu bermigrasi ke tempat lain atau ketika jumlah kematian melebihi jumlah kelahiran.

c. Komunitas

Komunitas adalah semua jenis populasi makhluk hidup yang hidup dalam suatu daerah atau lingkungan yang sama. Komunitas terdiri atas bermacam-macam populasi. Setiap populasi terdiri atas sejumlah individu, contohnya komunitas kolam. Di dalam sebuah komunitas

selalu terdapat interaksi antarpopulasi yang berbeda atau antarpopulasi spesies yang sama. Sebagai contoh di sawah terdapat populasi padi dan populasi belalang.

d. Ekosistem

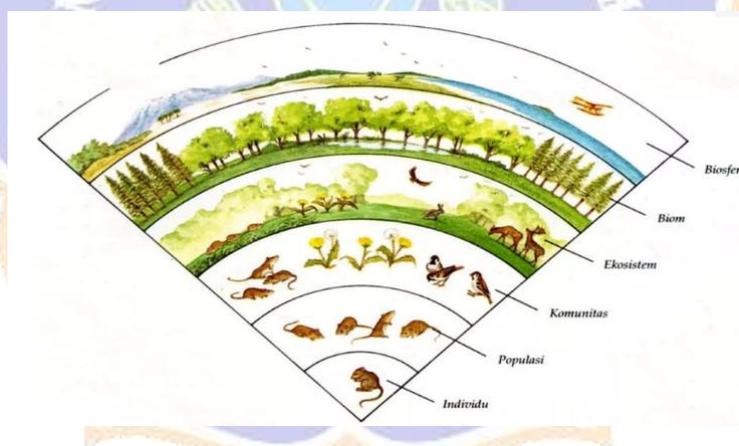
Ekosistem adalah kesatuan komunitas dengan lingkungan hidupnya yang saling berinteraksi dengan faktor lingkungan. Dalam suatu ekosistem terdapat dua komponen penting yang menyusun ekosistem, yaitu komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik dan abiotik ini saling memengaruhi satu dengan lainnya sehingga kondisi ekologi dalam konsep ekosistem ini tidak dapat dipisahkan.

e. Bioma

Bioma adalah kumpulan dari berbagai komunitas pada suatu zona habitat. Bioma di bumi bisa dikelompokkan menjadi bioma darat (*terrestrial*) dan bioma perairan (*akuatik*). Di daratan terdapat enam bioma, yaitu bioma gurun, bioma padang rumput, bioma hutan hujan tropis, bioma hutan gugur, bioma taiga, dan bioma tundra. Contoh bioma yang ada di Indonesia adalah hutan hujan tropis.

f. Biosfer

Biosfer merupakan kumpulan semua komunitas dan ekosistem yang ada di planet bumi, meliputi semua bagian dari lapisan bumi paling atas, yaitu air, kulit bumi, dan atmosfer.



Keterangan: Tingkat organisasi kehidupan

Pada berbagai tingkat organisasi kehidupan, ada beberapa macam interaksi yang terjadi antara makhluk hidup dan lingkungannya untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya, seperti makanan, pertumbuhan, perkembangan, dan perlindungan. Beberapa macam interaksi tersebut di antaranya interaksi antarorganisme, interaksi antarpopulasi, dan interaksi antara komponen biotik dan abiotik.

a. Interaksi Antarorganisme

Interaksi antarorganisme dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. **Netral**, yaitu hubungan tidak saling mengganggu antarorganisme dalam habitat yang sama, bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak. Contoh: antara capung dan sapi.
2. **Predasi**, yaitu hubungan antara mangsa dan pemangsa (*predator*). Contoh: harimau dengan mangsanya, yaitu rusa, burung hantu, dan tikus.
3. **Simbiosis**, adalah hubungan antara dua makhluk hidup yang berbeda jenis. Simbiosis dapat dibagi menjadi tiga yaitu sebagai berikut.
 - a) **Simbiosis mutualisme** adalah hubungan antara dua makhluk hidup yang keduanya saling diuntungkan. Contoh: simbiosis antara bunga dan lebah. Pada hubungan tersebut, baik lebah maupun bunga sama-sama memperoleh keuntungan. Bunga menghasilkan madu yang merupakan makanan lebah. Adapun lebah membantu proses penyerbukan pada bunga.



Keterangan: Simbiosis mutualisme

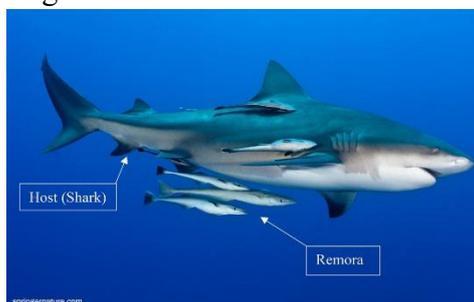
- b) **Simbiosis parasitisme** adalah hubungan antara dua makhluk hidup berbeda jenis, satu makhluk hidup diuntungkan (*parasit*) dan satu makhluk hidup yang lain dirugikan (*inang*). Contoh: simbiosis antara benalu dan pohon mangga. Benalu yang hidup di atas pohon mangga bertindak parasit karena benalu diuntungkan dengan menyerap sari makanan dari pohon mangga, sedangkan pohon mangga dirugikan hingga lama-lama mati.



Keterangan: Simbiosis parasitisme

- c) **Simbiosis komensalisme** adalah hubungan antara dua makhluk hidup berlainan jenis, salah satu makhluk hidup beruntung dan makhluk hidup lain tidak dirugikan. Contoh: simbiosis antara ikan hiu dan ikan remora.

Ikan remora bisa berenang di dekat ikan hiu karena mendapat keuntungan dari sisa makanan dan perlindungan, sementara ikan hiu tidak terganggu dengan keberadaan ikan remora di dekatnya.



Keterangan: Simbiosis komensalisme

4. **Antibiosis**, yaitu interaksi dua jenis makhluk hidup di mana salah satu makhluk hidup tersebut dapat menghasilkan zat untuk membunuh makhluk hidup lainnya. Contoh: interaksi antara jamur *Penicillium sp.* dengan bakteri, di mana jamur ini dapat mengeluarkan antibiotik yang dapat membunuh bakteri.

b. Interaksi Antarpopulasi

Contoh interaksi antarpopulasi adalah sebagai berikut:

1. **Alelopati**, bila populasi yang satu menghasilkan zat yang dapat menghalangi tumbuhnya populasi lain. Contoh: di sekitar pohon walnut jarang ditemukan tumbuhan lain karena pohon walnut menghasilkan zat yang bersifat toksik.
2. **Kompetisi**, bila dua populasi terpaksa berkompetisi untuk mendapatkan makanan, ruang, atau hal lainnya. Contoh: persaingan sehingga terjadi penurunan populasi padang rumput.

c. Interaksi antara Komponen Biotik dan Komponen Abiotik

Interaksi antara komponen biotik dan komponen abiotik terjadi dalam ekosistem. Interaksi tersebut akan terjadi keberadaannya aliran energi di dalam sistem tersebut. Dengan adanya interaksi antara komponen biotik, tingkat trofik, serta siklus materi. Contoh interaksi komponen biotik dengan komponen abiotik adalah penggunaan oksigen untuk pernapasan tumbuhan hijau. Interaksi antarkomponen ekosistem secara dinamis akan mempertahankan keseimbangan ekosistem.

MODUL AJAR 2

EKOSISTEM

INFORMASI UMUM

I IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	: Putu Lia Rusita Dewi
Satuan Pendidikan	: SMA
Fase/Kelas/Semester	: E-X (sepuluh)/Ganjil
Mata Pelajaran	: Biologi
Alokasi Waktu	: 2 JP
Tahun Penyusunan	: 2025

II CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

III KOMPETENSI AWAL

Peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global dalam bentuk proyek sederhana yang diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

IV PROFIL PELAJAR PANCASILA

1. Bergotong-royong dengan berkolaborasi bersama teman sekelompok untuk menyelesaikan tugas kelompok dengan baik.
2. Bernalar kritis dalam merefleksi pemikiran dan proses berpikir dalam mengambil keputusan.
3. Mandiri, peserta didik memiliki inisiatif dan bekerja secara mandiri dalam melaksanakan keterampilan proses.

V SARANA DAN PRASARANA

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1. Gawai | 4. Lembar Kerja |
| 2. Akses Internet | 5. Referensi Lainnya |
| 3. Buku Teks | |

VI MODEL PEMBELAJARAN

Model pembelajaran yang digunakan dalam materi ekosistem adalah *Authentic Problem Inquiry* (API)

KOMPETENSI INTI

I TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat menyusun jaring-jaring makanan atau rantai makanan setelah melakukan pengamatan dilingkungan sekitar dengan benar.

II PEMAHAMAN BERMAKNA

Peserta didik memahami bahwa makhluk hidup tidak dapat hidup sendiri, melainkan selalu berinteraksi dengan makhluk hidup lainnya. Baik itu untuk mendapatkan makanan, mempertahankan wilayah tempat tinggal, hingga untuk mendapatkan pasangan agar memperoleh keturunan. Interaksi tidak hanya terjadi antar makhluk hidup, namun juga antara makhluk hidup /komponen biotik dengan makhluk tak hidup/ komponen abiotik. Hubungan antar komponen dalam ekosistem saling mempengaruhi dan membentuk keseimbangan. Sehingga ketika salah satu komponen musnah atau menghilang, maka akan terjadi ketidakseimbangan yang mengakibatkan dampak buruk terjadi pada ekosistem.

III KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pendahuluan: 10 Menit

- a. Guru menyampaikan salam dan menanyakan kabar peserta didik.
- b. Guru memimpin peserta didik untuk melakukan doa bersama.
- c. Guru memeriksa kesiapan peserta didik dalam belajar dan kebersihan kelas.
- d. Guru melakukan absensi peserta didik.
- e. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan pembelajaran.

Kegiatan Inti: 70 Menit

Tahap 1. Orientasi Pada Masalah Otentik (KPS : Mengamati)

- a. Guru membagi peserta didik dalam kelompok belajar secara heterogen (4-5 orang).
- b. Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi masalah sesuai yang tertera dalam LKPD dan menyuruh peserta didik bertanya jika terdapat hal yang kurang jelas.
- c. Guru meminta peserta didik untuk membuat identifikasi masalah terkait permasalahan yang ada pada LKPD.

Tahap 2. Merumuskan Masalah (KPS : Meramalkan dan Merencanakan)

- a. Guru meminta peserta didik untuk berdiskusi dengan kelompoknya masing-masing.
- b. Guru membimbing peserta didik untuk membuat rumusan pertanyaan berdasarkan identifikasi masalah yang sudah dibuat sebelumnya.

Tahap 3. Penyelidikan (KPS : Mengamati, Merencanakan, Mengklasifikasi, dan Menginterpretasi)

- a. Guru meminta setiap kelompok untuk membagi tugas mencari dan mengumpulkan informasi yang digunakan untuk memecahkan masalah pada LKPD.

- b. Guru memastikan anggota di masing-masing kelompok memahami tugasnya.
- c. Guru memberitahu peserta didik untuk mengumpulkan bahan bacaan yang dijadikan acuan untuk mendapatkan data seperti buku paket biologi, modul biologi atau dapat mengunduh informasi di internet.
- d. Guru memantau keterlibatan peserta didik selama proses penyelidikan dan pencarian informasi.
- e. Guru menyuruh peserta didik untuk melaksanakan penyelidikan sesuai LKPD.

Tahap 4. Pertukaran hasil (*sharing results*) (KPS : Menginterpretasi dan Mengkomunikasikan)

- a. Guru meminta 3-4 kelompok untuk melakukan presentasi terhadap hasil diskusi sesuai instruksi pada LKPD.
- b. Guru melakukan penilaian kepada peserta didik jika ada yang bertanya mengenai hal yang belum dipahami atau membantu menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru dan peserta didik.

Tahap 5. Evaluasi dan Refleksi (KPS : Menerapkan)

- a. Guru memberikan sebuah penghargaan pada peserta didik yang aktif selama kegiatan diskusi dan yang memberikan jawaban atau masukan pada saat presentasi berlangsung.
- b. Guru memilih solusi yang berkualitas yang disusun oleh peserta didik terkait solusi dalam memecahkan permasalahan yang ada pada LKPD.

Kegiatan Penutup: 10 Menit

- a. Guru bersama peserta didik mengevaluasi kegiatan pembelajaran dan meminta peserta didik untuk menyampaikan kesimpulan dari hasil belajar.
- b. Menginformasikan materi dan agenda pembelajaran berikutnya.
- c. Menutup kegiatan pembelajaran dengan berdoa bersama.

PENILAIAN

Aspek Penilaian	Teknik Penilaian	Instrumen Penilaian
Kognitif	Instrumen tes uraian keterampilan proses sains	Rubrik dan pedoman penskoran jawaban tes keterampilan proses sains
Psikomotor	Observasi selama proses pembelajaran	Lembar observasi dan rubrik penilaian

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

PERTEMUAN 2.

Sub Topik 2. Aliran Energi

Mata Pelajaran	:	Biologi
Topik	:	Aliran Energi
Tujuan Pembelajaran	:	Peserta didik dapat menyusun jaring-jaring makanan atau rantai makanan setelah melakukan pengamatan di lingkungan sekitar dengan benar
Kelas	:	
Kelompok	:	
Petunjuk		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bacalah dan pahami materi tentang aliran energi. 2. Gunakan literatur atau sumber belajar lain yang berkaitan dengan materi. 3. Diskusikan dengan kelompokmu. 4. Jawablah semua pertanyaan yang ada dalam LKPD dengan benar, jelas, dan tepat. 		
Nama Anggota	:	
		1.
		2.
		3.
		4.
		5.
		6.

1. Orientasi Masalah (KPS : Mengamati)

a. Penyajian Masalah Otentik

Perubahan Lingkungan Sekolah



Gangguan jaring-jaring makanan di lingkungan sekolah terjadi akibat hilangnya habitat alami, seperti berkurangnya area hijau dan vegetasi. Pembangunan infrastruktur dan kurangnya penghijauan menyebabkan berkurangnya produsen alami, seperti tumbuhan yang menjadi sumber makanan bagi serangga. Akibatnya, populasi konsumen tingkat pertama (serangga) dan konsumen tingkat kedua (burung, predator kecil) menurun, mengganggu keseimbangan ekosistem. Hal ini mengurangi keberagaman hayati dan menghilangkan fungsi penting ekosistem, seperti penyerbukan dan pengendalian hama alami.

b. Diskusi Klarifikasi Istilah

- Jaring makanan/rantai makanan merupakan perpindahan energi dari organisme pada suatu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya dalam peristiwa makan dan dimakan dengan urutan tertentu.
- Vegetasi adalah kumpulan dari beberapa jenis tumbuhan yang tumbuh bersama-sama pada suatu tempat membentuk suatu kesatuan di mana individu-individunya saling tergantung satu sama lain yang disebut sebagai komunitas tumbuh-tumbuhan
- Konsumen tingkat 1 atau konsumen primer adalah organisme yang menempati urutan tingkat trofik kedua. Pada umumnya, konsumen primer adalah hewan herbivora dan sebagian besar memakan tumbuhan.
- Konsumen tingkat 2 atau konsumen sekunder adalah organisme yang menempati urutan tingkat trofik ketiga. Konsumen sekunder umumnya ditempati oleh hewan-hewan karnivora yang sebagian besar adalah hewan pemakan daging.

2. Perumusan Masalah (KPS : Meramalkan dan Merencanakan)

3. Melaksanakan Penyelidikan (KPS : Mengamati, Merencanakan, Mengklasifikasi, dan Menginterpretasi)

Buatlah hasil penyelidikan berdasarkan masalah yang dirumuskan dan selanjutnya dibuat kesimpulan

a. Mengumpulkan informasi/Data

Carilah informasi dari berbagai sumber untuk menjawab rumusan masalahnya!

b. Identifikasi bagaimana makhluk hidup saling berinteraksi dalam suatu rantai makanan atau jaring-jaring makanan, dan piramida makanan!

Langkah Kerja:

1. Amatilah kebun atau lingkungan di sekitar sekolahmu!
2. Catatlah hasil pengamatanmu berdasarkan apa yang kalian lihat di lingkungan yang sedang diamati! Sajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut!

No.	Nama Organisme

3. Kelompokkan organisme tersebut berdasarkan kedudukannya dalam suatu rantai makanan!
4. Buatlah bagan rantai makanan sesuai dengan organisme yang ditemukan!
5. Buatlah kesimpulan yang didapat berdasarkan data yang telah ditemukan!

4. Pertukaran Hasil (KPS : Menginterpretasi dan Mengkomunikasikan)

Tujuan:

- Mengkomunikasikan temuan dan solusi.

Proses:

- Setiap kelompok menyajikan hasil temuannya kepada kelas melalui presentasi.
- Presentasi dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, seperti tayangan slide, poster, atau proyek multimedia yang memungkinkan peserta didik untuk menyampaikan proses belajar dan mendukung solusi dengan bukti.

5. Evaluasi dan Refleksi (KPS : Menerapkan)

Tujuan:

- a. Menilai efektivitas solusi dan merefleksikan proses pembelajaran.

Proses:

- b. Setelah presentasi, peserta didik dan guru bersama-sama mengevaluasi jawaban pertanyaan dan solusi yang telah diusulkan. Evaluasi ini mencakup:
 - a. Kebenaran jawaban dari rumusan masalah.
 - b. Kelayakan dan kepraktisan solusi yang diusulkan.
 - c. Apakah solusi tersebut realistis dan dapat diterapkan
- c. Selanjutnya, siswa menuliskan refleksi tentang:
 - a. Pengalaman belajar yang paling berkesan.
 - b. Materi yang dipahami.
 - c. Keterampilan proses sains yang dikuasai (Misalnya: Mengamati, Mengklasifikasikan, Menginterpretasi, Meramalkan, Menerapkan, Merencanakan, dan Mengomunikasikan).

MATERI EKOSISTEM PERTEMUAN 2

ALIRAN ENERGI

Aliran energi merupakan proses perpindahan energi dari produsen (tingkat trofik pertama), ke konsumen primer (tingkat trofik kedua), konsumen sekunder (tingkat trofik ketiga), dan seterusnya, hingga terjadi kehilangan energi. Di tingkat trofik, energi dari produsen yang diubah menjadi energi kimia dalam bentuk senyawa organik akan diteruskan oleh konsumen hingga terjadi aliran energi. Proses tersebut terjadi pada rantai makanan dan jaring-jaring makanan.

1. Rantai Makanan

Rantai makanan merupakan perpindahan energi dari organisme pada suatu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya dalam peristiwa makan dan dimakan dengan urutan tertentu. Contoh rantai makanan yaitu sebagai berikut:



Produsen - Konsumen primer - Konsumen sekunder- Konsumen tersier

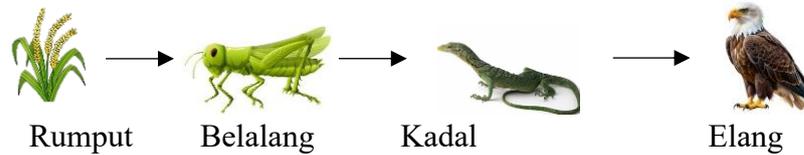
Aliran energi yang terjadi pada peristiwa makan dan dimakan pada rantai makanan memiliki tingkatan dalam ekosistem yang disebut dengan tingkat trofik. Tingkat trofik dalam rantai makanan ketika aliran energi terjadi adalah sebagai berikut:

- a. Produsen**, merupakan tingkat trofik pertama, yang termasuk dalam produsen adalah organisme yang mampu menghasilkan zat makanan sendiri. Contoh: makhluk hidup yang menempati tingkat trofik pertama pada rantai makanan, yaitu tumbuh-tumbuhan.
- b. Konsumen primer**, merupakan konsumen tingkat pertama atau organisme yang menempati tingkat trofik kedua. Pada umumnya, konsumen primer adalah hewan herbivora dan sebagian besar memakan tumbuhan.
- c. Konsumen sekunder**, merupakan organisme yang menempati urutan pada tingkat trofik ketiga dan disebut pula sebagai konsumen tingkat dua. Konsumen sekunder adalah hewan-hewan karnivora yang sebagian besar adalah hewan pemakan daging.
- d. Konsumen puncak**, merupakan organisme yang menempati tingkat trofik tertinggi atau tingkat trofik terakhir. Pada umumnya organisme yang berada pada posisi ini adalah kelompok omnivora, pemakan tumbuhan serta hewan yang berada pada posisi konsumen puncak.

Dalam suatu ekosistem terdapat beberapa jenis rantai makanan yaitu rantai makanan perumput, rantai makanan detritus, rantai makanan parasit, dan rantai makanan saprofit.

a. Rantai Makanan Perumput

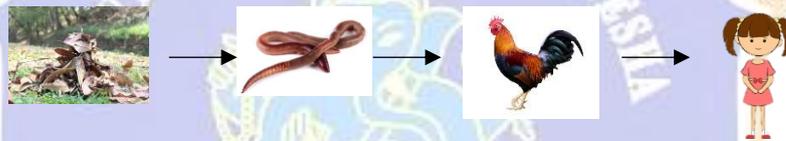
Rantai makanan perumput adalah rantai makanan yang dimulai dari tumbuhan yang menempati sebagai produsen pada tingkatan trofik pertama. Berikut contoh rantai makanan perumput:



Pada rantai tersebut menunjukkan produsen diduduki oleh rumput. Konsumen I diduduki oleh belalang. Konsumen II diduduki oleh kadal. Adapun konsumen III diduduki oleh elang.

b. Rantai Makanan Detritus

Rantai makanan detritus adalah rantai makanan yang tidak dimulai dari produsen (tumbuhan), tetapi dimulai dari detritivora. Detritivora merupakan organisme heterotrof yang mendapatkan energi dengan cara memakan sisa-sisa dari makhluk hidup. Contoh organisme detritivora adalah cacing, rayap, luing, dan sebagainya. Berikut contoh rantai makanan detritus:



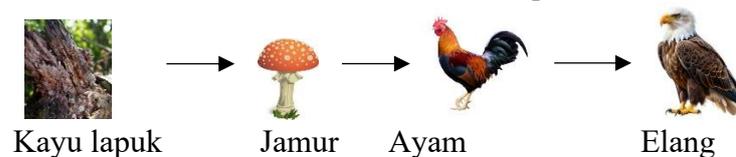
Serpihan daun (sampah daun)- Cacing tanah-Ayam-Manusia

c. Rantai Makanan Parasit

Rantai makanan parasit adalah rantai makanan dengan ciri khas adanya organisme kecil yang menumpang organisme besar. Sebagai contoh darah kerbau diambil kutu, kemudian kutu dimakan burung jalak, kemudian burung jalak dimakan elang.

d. Rantai Makanan Saprofit

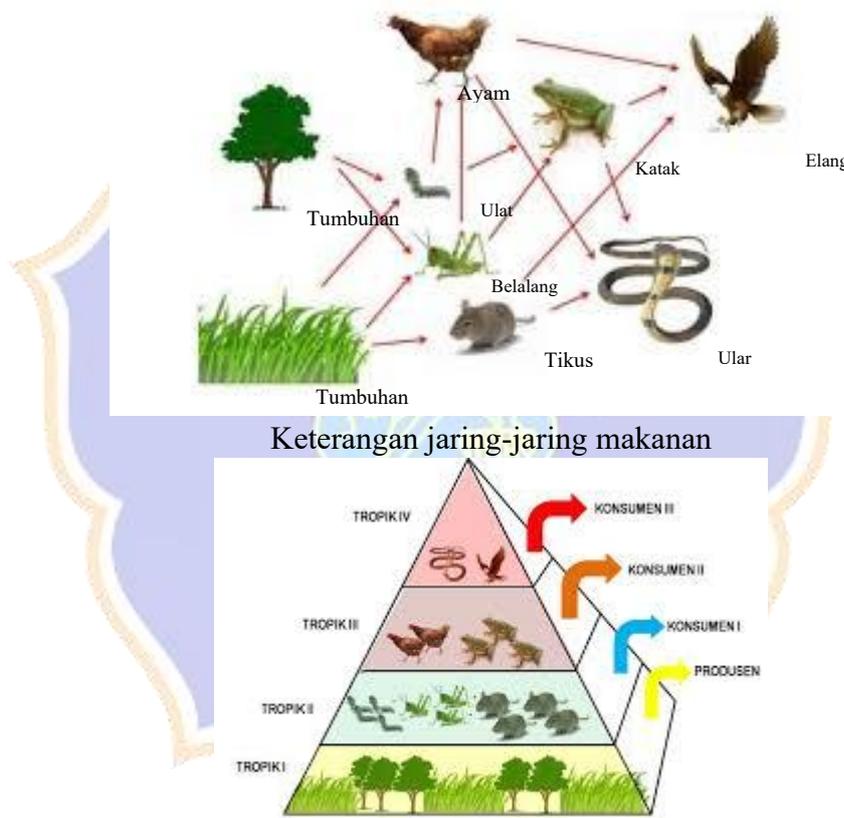
Rantai makanan saprofit adalah rantai makanan yang dimulai dari penguraian jasad mati makhluk hidup dari organisme saprofit. Saprofit adalah organisme yang mampu mengurai sisa-sisa organisme yang telah mati. Contoh organisme saprofit adalah bakteri, jamur, dan lumut kerak. Berikut contoh rantai makanan saprofit:



2. Jaring-Jaring Makanan

Jaring-jaring makanan merupakan sekumpulan rantai makanan yang saling berhubungan satu sama lain. Semakin kompleks jaring-jaring makanan, semakin besar pula kemungkinan aliran energi dan aliran senyawa kompleksnya akan mengalir dengan seimbang sehingga mengakibatkan keseimbangan ekosistem. Untuk menjaga keseimbangan antara bahan makanan bagi organisme di tingkat trofik atas atau pemangsanya, organisme di tingkat trofik bawah harus memiliki jumlah yang lebih banyak. Keadaan ini dapat digambarkan dalam piramida jumlah. Piramida tersebut merupakan salah satu jenis piramida ekologi.

Piramida ekologi secara umum menggambarkan struktur trofik dalam suatu ekosistem. Di dalam suatu rantai makanan terdapat beberapa macam tingkat trofik, yang digambarkan seperti berikut:



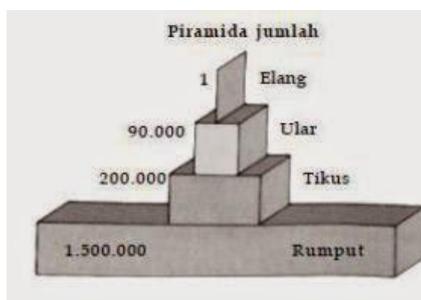
Keterangan: Tingkat trofik dalam ekosistem

Ada tiga jenis piramida ekologi, yaitu sebagai berikut:

1. Piramida Jumlah

Piramida jumlah menggambarkan hubungan kepadatan populasi atau jumlah individu di antara tingkat trofik. Piramida jumlah menunjukkan jumlah produsen, konsumen primer, konsumen sekunder, dan konsumen tersier dalam suatu rantai makanan. Piramida ini didasarkan pada jumlah organisme yang ada di setiap tingkat trofik. Pada umumnya bentuk piramida jumlah adalah menyempit ke atas.

Organisme yang berada pada piramida jumlah dimulai dari tingkat trofik yang rendah ke tingkat trofik tertinggi.



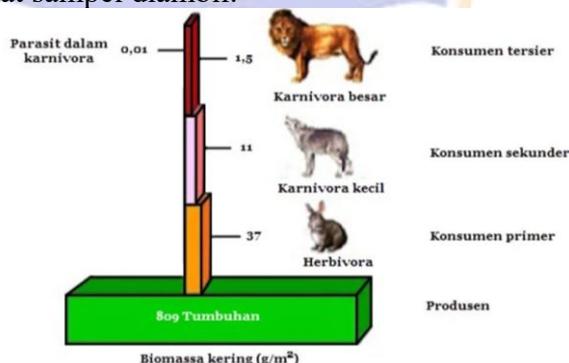
Keterangan: Piramida jumlah

Ekosistem pada piramida jumlah tersebut adalah ekosistem padang rumput. Terlihat bahwa rumput sebagai produsen memiliki jumlah sekitar 1,5 juta individu, yang menyediakan makanan bagi 200 ribu herbivora. Selanjutnya herbivora akan dimakan oleh 90 ribu predator yang berperan sebagai konsumen sekunder, dan terdapat elang yang berada di puncak trofik sebagai konsumen tersier.

Piramida jumlah memiliki kelebihan, yaitu data yang diperlukan untuk membuat piramida jumlah relatif mudah dikumpulkan. Adapun kelemahan piramida jumlah yaitu tidak memperhitungkan ukuran tubuh organisme, maka bentuk piramida jumlah tidak proporsional.

2. Piramida Biomassa

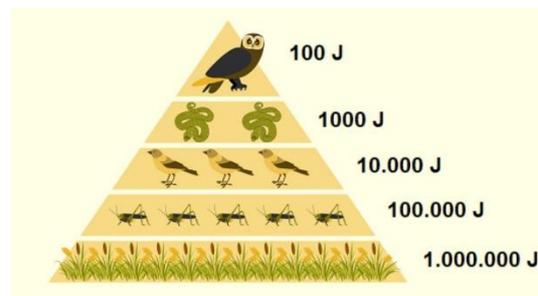
Piramida biomassa merupakan piramida ekologi yang mendasarkan pada massa/berat total seluruh komponen biotik di habitat tertentu pada masa tertentu. Secara umum perbandingan berat setiap tingkat trofik per satuan luas areal tertentu. Piramida biomassa dapat memberikan gambaran yang lebih realistis tentang aliran energi di dalam ekosistem. Adapun kelemahan piramida biomassa adalah penggunaannya hanya bisa dipengaruhi oleh perubahan musim, dan piramida ini hanya menggambarkan biomassa satu tingkat trofik pada satu waktu saja, yaitu pada saat sampel diambil.



Keterangan: Piramida biomassa

3. Piramida Energi

Piramida energi mampu memberikan gambaran yang lebih akurat tentang aliran energi dalam suatu ekosistem karena piramida ini dibuat berdasarkan observasi dalam jangka waktu yang lama. Pada piramida ini terdapat penurunan energi yang tersedia untuk setiap tingkat trofik berturut-turut dari tingkat trofik terendah sampai tingkat trofik tertinggi.



Keterangan: piramida biomassa

Seperti halnya piramida jumlah dan piramida biomassa, piramida energi juga memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihan piramida energi yaitu mampu memberi gambaran menyeluruh mengenai sifat-sifat fungsional komunitas yang terjadi pada komponen biotik suatu ekosistem. Piramida energi juga menunjukkan kecepatan arus makanan melalui rantai makanan.

Bentuk piramida energi tidak dipengaruhi oleh ukuran suatu organisme dan kecepatan metabolisme individu. Adapun kelemahan piramida energi yaitu tiap organisme yang ditetapkan hanya diperuntukkan satu tingkat trofik. Padahal untuk beberapa organisme, tingkat trofik dapat bervariasi sesuai dengan apa yang dimakannya.

MODUL AJAR 3

EKOSISTEM

INFORMASI UMUM

I IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	: Putu Lia Rusita Dewi
Satuan Pendidikan	: SMA
Fase/Kelas/Semester	: E-X (sepuluh)/Ganjil
Mata Pelajaran	: Biologi
Alokasi Waktu	: 2 JP
Tahun Penyusunan	: 2025

II CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

III KOMPETENSI AWAL

Peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global dalam bentuk proyek sederhana yang diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

IV PROFIL PELAJAR PANCASILA

1. Bergotong-royong dengan berkolaborasi bersama teman sekelompok untuk menyelesaikan tugas kelompok dengan baik.
2. Bernalar kritis dalam merefleksi pemikiran dan proses berpikir dalam mengambil keputusan.
3. Mandiri, peserta didik memiliki inisiatif dan bekerja secara mandiri dalam melaksanakan keterampilan proses.

V SARANA DAN PRASARANA

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1. Gawai | 4. Lembar Kerja |
| 2. Akses Internet | 5. Referensi Lainnya |
| 3. Buku Teks | |

VI MODEL PEMBELAJARAN

Model pembelajaran yang digunakan dalam materi ekosistem adalah *Authentic Problem Inquiry* (API)

KOMPETENSI INTI

I TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat menjelaskan daur biogeokimia yang terjadi di alam melalui pengamatan gambar daur biogeokimia dengan benar.

II PEMAHAMAN BERMAKNA

Peserta didik memahami bahwa makhluk hidup tidak dapat hidup sendiri, melainkan selalu berinteraksi dengan makhluk hidup lainnya. Baik itu untuk mendapatkan makanan, mempertahankan wilayah tempat tinggal, hingga untuk mendapatkan pasangan agar memperoleh keturunan. Interaksi tidak hanya terjadi antar makhluk hidup, namun juga antara makhluk hidup /komponen biotik dengan makhluk tak hidup/ komponen abiotik. Hubungan antar komponen dalam ekosistem saling mempengaruhi dan membentuk keseimbangan. Sehingga ketika salah satu komponen musnah atau menghilang, maka akan terjadi ketidakseimbangan yang mengakibatkan dampak buruk terjadi pada ekosistem.

III KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Pendahuluan: 10 Menit

- a. Guru menyampaikan salam dan menanyakan kabar peserta didik.
- b. Guru memimpin peserta didik untuk melakukan doa bersama.
- c. Guru memeriksa kesiapan peserta didik dalam belajar dan kebersihan kelas.
- d. Guru melakukan absensi peserta didik.
- e. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan pembelajaran.

Kegiatan Inti: 70 Menit

Tahap 1. Orientasi Pada Masalah Otentik (KPS : Mengamati)

- a. Guru membagi peserta didik dalam kelompok belajar secara heterogen (4-5 orang).
- b. Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi masalah sesuai yang tertera dalam LKPD dan menyuruh peserta didik bertanya jika terdapat hal yang kurang jelas.
- c. Guru meminta peserta didik untuk membuat identifikasi masalah terkait permasalahan yang ada pada LKPD.

Tahap 2. Merumuskan Masalah (KPS : Meramalkan dan Merencanakan)

- a. Guru meminta peserta didik untuk berdiskusi dengan kelompoknya masing-masing.
- b. Guru membimbing peserta didik untuk membuat rumusan pertanyaan berdasarkan identifikasi masalah yang sudah dibuat sebelumnya.

Tahap 3. Penyelidikan (KPS : Mengamati, Merencanakan, Mengklasifikasi, dan Menginterpretasi)

- a. Guru meminta setiap kelompok untuk membagi tugas mencari dan mengumpulkan informasi yang digunakan untuk memecahkan masalah pada LKPD.

- b. Guru memastikan anggota di masing-masing kelompok memahami tugasnya.
- c. Guru memberitahu peserta didik untuk mengumpulkan bahan bacaan yang dijadikan acuan untuk mendapatkan data seperti buku paket biologi, modul biologi atau dapat mengunduh informasi di internet.
- d. Guru memantau keterlibatan peserta didik selama proses penyelidikan dan pencarian informasi.
- e. Guru menyuruh peserta didik untuk melaksanakan penyelidikan sesuai LKPD.

Tahap 4. Pertukaran hasil (*sharing results*) (KPS : Menginterpretasi dan Mengkomunikasikan)

- a. Guru meminta 3-4 kelompok untuk melakukan presentasi terhadap hasil diskusi sesuai instruksi pada LKPD.
- b. Guru melakukan penilaian kepada peserta didik jika ada yang bertanya mengenai hal yang belum dipahami atau membantu menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru dan peserta didik.

Tahap 5. Evaluasi dan Refleksi (KPS : Menerapkan)

- a. Guru memberikan sebuah penghargaan pada peserta didik yang aktif selama kegiatan diskusi dan yang memberikan jawaban atau masukan pada saat presentasi berlangsung.
- b. Guru memilih solusi yang berkualitas yang disusun oleh peserta didik terkait solusi dalam memecahkan permasalahan yang ada pada LKPD.

Kegiatan Penutup: 10 Menit

- a. Guru bersama peserta didik mengevaluasi kegiatan pembelajaran dan meminta peserta didik untuk menyampaikan kesimpulan dari hasil belajar.
- b. Menginformasikan materi dan agenda pembelajaran berikutnya.
- c. Menutup kegiatan pembelajaran dengan berdoa bersama.

PENILAIAN

Aspek Penilaian	Teknik Penilaian	Instrumen Penilaian
Kognitif	Instrumen tes uraian keterampilan proses sains	Rubrik dan pedoman penskoran jawaban tes keterampilan proses sains
Psikomotor	Observasi selama proses pembelajaran	Lembar observasi dan rubrik penilaian

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

PERTEMUAN 3.

Sub Topik 3. Daur Biogeokimia

Mata Pelajaran	:	Biologi
Topik	:	Daur Biogeokimia
Tujuan Pembelajaran	:	Peserta didik dapat menjelaskan daur biogeokimia yang terjadi di alam melalui pengamatan gambar daur biogeokimia dengan benar.
Kelas	:	
Kelompok	:	
Petunjuk		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bacalah dan pahami materi tentang daur biogeokimia. 2. Gunakan literatur atau sumber belajar lain yang berkaitan dengan materi. 3. Diskusikan dengan kelompokmu. 4. Jawablah semua pertanyaan yang ada dalam LKPD dengan benar, jelas, dan tepat. 		
Nama Anggota	:	
		1.
		2.
		3.
		4.
		5.
		6.

1. Orientasi Masalah (KPS : Mengamati)

a) Penyajian Masalah Otentik



Video 1.

Mengapa Air di Bumi Tidak Pernah Habis?

<https://youtu.be/vZaxn6w0cQk?si=2JZk9HiD7bqy-RGY>



Video 2.

Daur Nitrogen

<https://youtu.be/fiaHX0S3vXc?si=i7HvdybSEQEh3EoS>



a. Video 1

Air merupakan kebutuhan yang sangat pokok bagi semua makhluk hidup. Rata-rata penggunaan air oleh setiap orang di perkotaan di Indonesia adalah 144 Liter/hari atau setara dengan 16 galon air. Selain itu, air juga digunakan oleh hewan, tumbuhan, dan makhluk hidup lain bahkan sejak zaman dahulu. Amatilah video diatas!

b. Video 2

Komposisi gas yang paling banyak di atmosfer adalah gas nitrogen (N_2), yaitu sekitar 78 %. Namun unsur nitrogen tidak bisa digunakan secara langsung oleh manusia, hewan, dan tumbuhan dalam bentuk gas nitrogen. Padahal nitrogen merupakan unsur penting penyusun makhluk hidup yang nantinya akan membentuk asam amino. Amatilah video diatas!

b) Diskusi Klarifikasi Istilah

- Gas Nitrogen (N_2) adalah gas yang mengandung logam. Gas nitrogen merupakan salah satu jenis gas yang banyak digunakan di kehidupan manusia. Gas nitrogen terdiri dari molekul yang bersifat tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak beracun.
- Asam amino adalah protein yang sudah dipecah melalui proses metabolisme menjadi molekul-molekul kecil sebagai bahan dasar untuk proses biosintesis. Secara umum ada lebih dari 20 jenis asam amino dalam proses biosintesis. Selain manusia, tanaman juga membutuhkan asam amino untuk meningkatkan hasil dan kualitas secara keseluruhan

2. Perumusan Masalah (KPS : Meramalkan dan Merencanakan)

Berdasarkan video diatas, buatlah rumusan masalah secara berkelompok!

Video 1:

Video 2:

3. Melaksanakan Penyelidikan (KPS : Mengamati, Merencanakan, Mengklasifikasi, dan Menginterpretasi)**a. Mengumpulkan informasi/Data**

Carilah informasi dari berbagai sumber untuk menjawab rumusan masalahnya!

b. Identifikasi

Carilah informasi dengan teman sekelompok untuk mencari penjelasan dengan berbagai sumber!

1. Pada beberapa kasus, beberapa wilayah di Indonesia seringkali menghadapi kekeringan di musim kemarau. Analisislah apakah ada proses yang tidak tepat dalam keberlangsungan daur air!
2. Uraikanlah bagaimana cara manusia, hewan dan tumbuhan untuk dapat memenuhi kebutuhan unsur nitrogen!

4. Pertukaran Hasil (KPS : Menginterpretasi dan Mengkomunikasikan)**Tujuan:**

- d. Mengkomunikasikan temuan dan solusi.

Proses:

- Setiap kelompok menyajikan hasil temuannya kepada kelas melalui presentasi.
- Presentasi dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, seperti tayangan slide, poster, atau proyek multimedia yang memungkinkan peserta didik untuk menyampaikan proses belajar dan mendukung solusi dengan bukti.

5. Evaluasi dan Refleksi (KPS : Menerapkan)**Tujuan:**

- e. Menilai efektivitas solusi dan merefleksikan proses pembelajaran.

Proses:

- f. Setelah presentasi, peserta didik dan guru bersama-sama mengevaluasi jawaban pertanyaan dan solusi yang telah diusulkan. Evaluasi ini mencakup:
 - a. Kebenaran jawaban dari rumusan masalah.
 - b. Kelayakan dan kepraktisan solusi yang diusulkan.
 - c. Apakah solusi tersebut realistis dan dapat diterapkan
- g. Selanjutnya, siswa menuliskan refleksi tentang:
 - a. Pengalaman belajar yang paling berkesan.
 - b. Materi yang dipahami.
 - c. Keterampilan proses sains yang dikuasai (Misalnya: Mengamati, Mengklasifikasikan, Menginterpretasi, Meramalkan, Menerapkan, Merencanakan, dan Mengomunikasikan).

MATERI EKOSISTEM PERTEMUAN 3

DAUR BIOGEOKIMIA

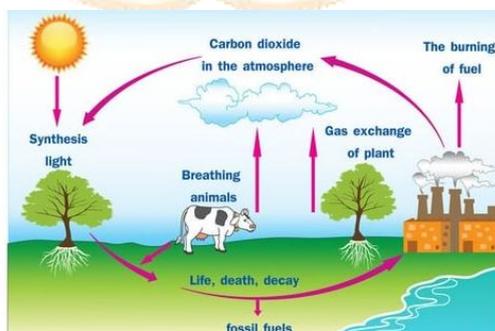
Daur biogeokimia merupakan daur senyawa kimia atau materi yang mengalir dari komponen abiotik ke komponen biotik dan kembali lagi ke komponen abiotik yang melibatkan reaksi kimia dalam lingkungan abiotik selama daur ini berlangsung. Daur biogeokimia diperlukan untuk kelestarian makhluk hidup dan ekosistem. Apabila daur biogeokimia ini terhenti, makhluk hidup akan mati dan ekosistem akan punah.

Di alam terdapat lima macam daur biogeokimia, yaitu daur nitrogen, daur sulfur, daur air, daur fosfor, dan daur karbon. Berikut akan dibahas daur karbon, daur nitrogen, sulfur, dan daur fosfor.

1. Daur Karbon

Daur karbon merupakan unsur penyusun senyawa organik dan merupakan salah satu unsur penting penyusun tubuh organisme. Karbon yang terdapat di atmosfer adalah 0,03% dalam bentuk senyawa CO_2 dan karbonat (CO_3^{2-}) di lautan. Karbon dalam bentuk senyawa karbonat (CO_3^{2-}), bikarbonat (HCO_3^-), dan dalam bentuk senyawa organik terlarut lainnya. Senyawa karbon ini akan diserap oleh tumbuhan yang berfungsi fotosintesis dan menghasilkan senyawa organik sebagai bahan makanan untuk makhluk hidup respirasi.

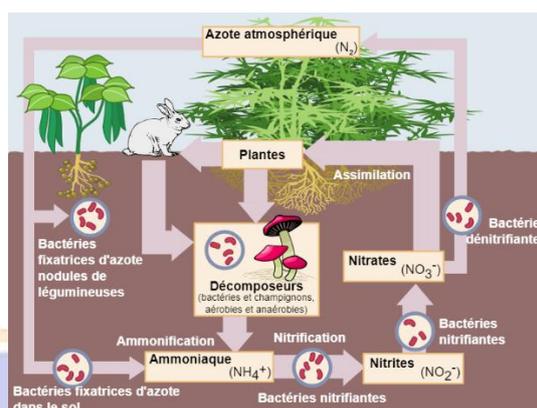
Melalui proses respirasi, karbon yang didapat dalam tubuh organisme tidak seluruhnya dikeluarkan melalui proses respirasi. Bersamaan dengan matinya organisme sebagian karbon yang terdapat dalam hewan, tumbuhan, dan manusia itu terkubur di dalam tanah. Dalam waktu jutaan tahun, karbon akan berubah menjadi bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Bahan bakar fosil kemudian digunakan sebagai bahan bakar mesin-mesin industri, sehingga menghasilkan CO_2 dan CO . Pembakaran bahan bakar fosil serta aktivitas lainnya akan menyumbang kadar CO_2 dan CO_2 yang menuju atmosfer sebagai senyawa kembali ke atmosfer dan CO_2 di udara.



Keterangan: Siklus Karbon

2. Daur Nitrogen

Udara dalam atmosfer bumi terdiri atas 80% nitrogen. Nitrogen bebas dapat ditambat atau difiksasi oleh tumbuhan yang berbintil akar. Selain itu, nitrogen bebas dapat bereaksi dengan hidrogen atau oksigen. Nitrogen dipekatkan terhimpun di dalam tanah dalam bentuk gas nitrogen amonia (NH_3), ion nitrit (NO_2^-), dan ion nitrat (NO_3^-).



Keterangan: Siklus Nitrogen

Terdapat beberapa proses penting pada daur nitrogen yaitu fiksasi nitrogen, amonifikasi, nitrifikasi, dan denitrifikasi. Walaupun di atmosfer sangat banyak nitrogen bebas, namun tidak semua dapat langsung terlepas dalam bentuk gas tidaklah reaktif. Hanya ada beberapa jenis mikroorganisme yang mampu mengonversi nitrogen menjadi senyawa organik melalui proses fiksasi nitrogen.

Berikut tahapan terjadinya daur nitrogen.

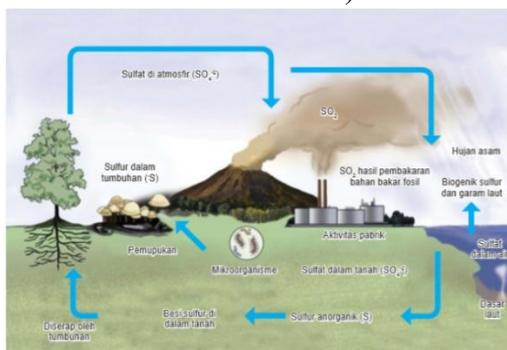
- Tahap pertama dari daur nitrogen atau proses transfer nitrogen dari atmosfer ke dalam tanah. Selain masuknya nitrogen ke dalam tanah akibat dari air hujan, nitrogen dapat masuk melalui proses fiksasi nitrogen. Proses fiksasi nitrogen dilakukan dengan bantuan bakteri *Rhizobium sp.*, yang bersimbiosis dengan perakaran tanaman polong-polongan dan bakteri bebas seperti *Azotobacter sp.*, *Clostridium sp.*, dan *Anabaena sp.*
- Tahap kedua di mana nitrat diperoleh dari hasil fiksasi biologis yang digunakan oleh produsen atau tanaman yang mati, penguraian akan mengubahnya menjadi protein. Jika ada kelebihan NH_3 (gas amonia) akan diubah menjadi NH_4^+ (garam amonium yang terlarut oleh air). Proses yang terjadi tersebut dinamakan amonifikasi. Bakteri *Nitrosomonas sp.* mengubah senyawa amonium dan amonia menjadi nitrat.

3. Daur Sulfur

Sulfur sebagian besar terdapat di dalam batuan bumi. Selain itu, sulfur yang ada di atmosfer berasal dari sumber gas belerang, dari letusan

gunung berapi berupa hidrogen sulfida, serta dari aktivitas mikroorganisme anaerob di rawa-rawa.

Sulfur digunakan oleh tumbuhan untuk membentuk senyawa protein. Sumber sulfur di tanah, misalnya mineral tanah (nikel, sulfida, H_2S), atmosfer (SO_2 , H_2S), dan gas belerang yang terikat dalam senyawa organik (terdapat dalam sisa-sisa tumbuhan).



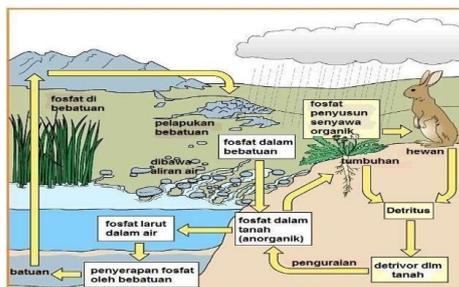
Keterangan: Siklus Sulfur

Berikut beberapa tahapan yang terjadi dalam daur sulfur.

- Tahapan pertama daur sulfur diawali dengan adanya aktivitas gunung berapi yang masih aktif. Di atmosfer sulfur bisa juga terjadi karena aktivitas manusia.
- Sulfur akan bereaksi secara alamiah di udara ke nukleus dengan membentuk awan. Hingga terbentuklah hidrolisis air atau H_2SO_4 yang mengakibatkan terjadinya kondensasi.
- Setelah terjadi kondensasi maka zat sulfur akan kembali masuk ke dalam tanah menjadi sulfat yang sangat dibutuhkan oleh tumbuhan.
- Sulfur yang berupa bentuk anorganik (SO_4) di dalam atau tanah akan diserap oleh tumbuhan dalam bentuk sulfat. Selanjutnya tumbuhan akan dimakan oleh hewan dan manusia. Dalam ekosistem, makros makhluk hidup terserap kembali dalam tubuh makhluk hidup.

4. Daur Fosfor

Daur fosfor di alam terdapat dalam dua bentuk, yaitu senyawa fosfat organik (pada tumbuhan dan hewan) dan senyawa fosfat anorganik (pada air dan tanah). Fosfat organik berasal dari hewan dan tumbuhan yang mati dan yang diuraikan oleh dekomposer (pengurai) menjadi fosfat anorganik. Sementara itu, fosfat anorganik berasal dari fosfat yang terlarut dalam air tanah atau air laut dan terkikis dan menjadi sedimen laut. Oleh karena itu, fosfat anorganik banyak di bebatuan.



Keterangan: Siklus Fosfor

Berikut beberapa tahapan dalam daur fosfor.

a. **Pelapukan Batuan**

Daur fosfor diawali dari sumber utama fosfor yang ditemukan dalam batuan melalui proses pelapukan. Pelapukan tersebut secara alami dipengaruhi oleh faktor cuaca, hujan, dan angin sehingga mengakibatkan fosfor berpindah ke tanah. Ketika batuan yang mengandung fosfor terkena air hujan, maka akan melepaskan ion fosfat dan mineral lainnya.

b. **Penyerapan oleh Tanaman dan Hewan**

Fosfat yang telah terkandung dalam tanaman dan mikroorganisme sekitarnya, dalam hewan herbivora dan karnivora. Fosfor akan diperoleh ketika hewan tersebut memakan tanaman.

c. **Dekomposisi**

Proses dekomposisi akan kembali ke dalam lingkungan melalui proses penguraian atau bakteri di dalam tanah yang akan memecah bahan organik menjadi fosfat organik. Proses ini dikontrol dengan bantuan mikroorganisme dan akan terus berjalan siklusnya hingga menjadi fosfat anorganik.

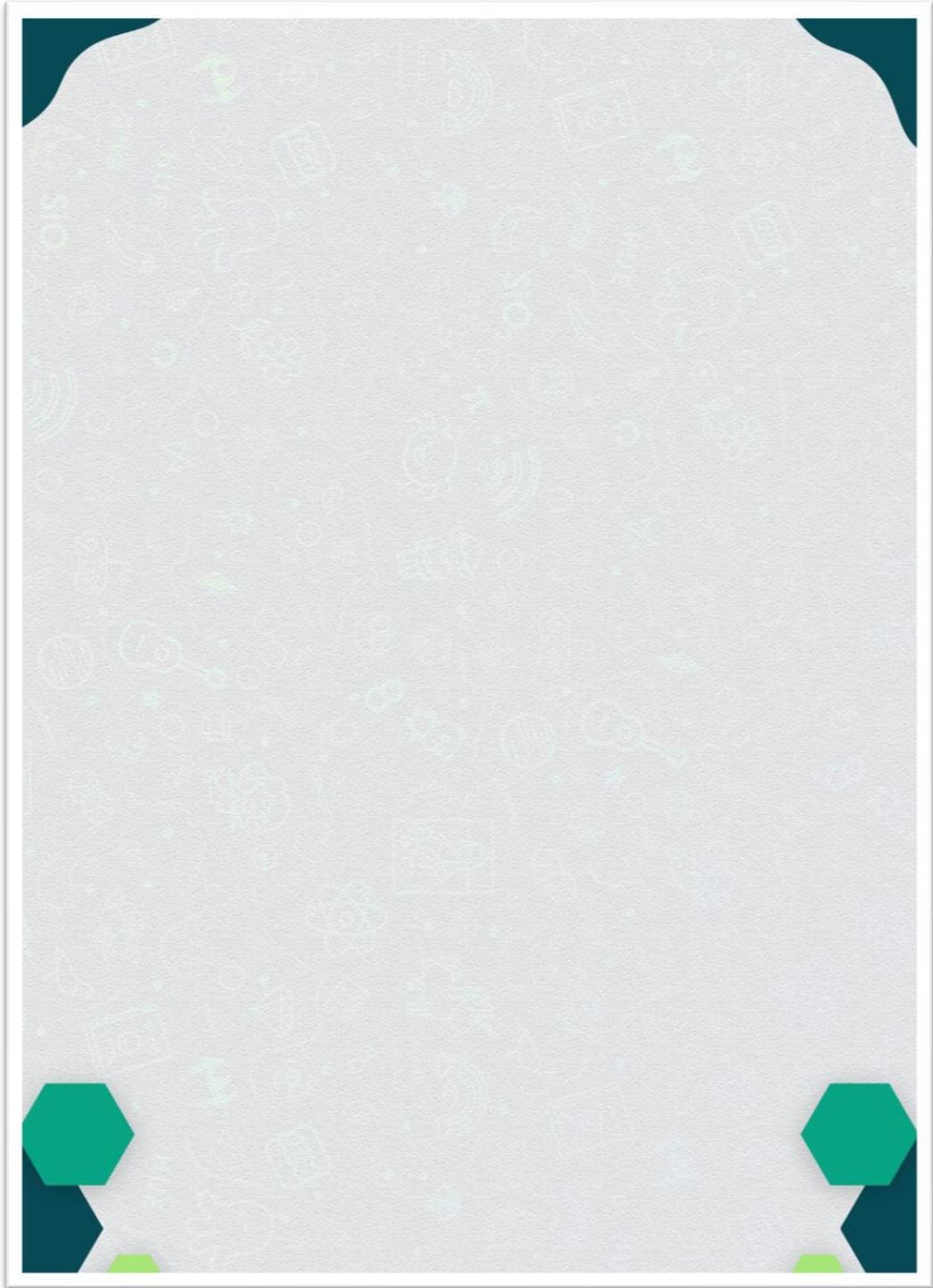
d. **Mineralisasi**

Proses mineralisasi fosfat dilanjutkan oleh peran bakteri di dalam tanah yang akan memecah bahan organik menjadi fosfat yang dapat diserap oleh tanaman. Fosfat ini akan kembali ke dalam lingkungan melalui air hujan dan terus mengalami siklus hingga menjadi fosfat yang larut di tanah atau air.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa., dkk. 2024. *Modul Belajar Praktis Ilmu Pengetahuan Alam Biologi Untuk SMA/MA Kelas X Semester 2*. Klaten: Viva Pakarindo.
- Endah, Sulistyawati, Wigati Hadi Omegawati, dan Muhammad Luthfi Hidayat. 2016. *Buku Siswa Biologi untuk SMA/MA Kelas X Peminatan Matematika dan Ilmu-Ilmu Alam Kurikulum 2013 (Edisi Revisi 2016)*. Klaten: Intan Pariwara.
- Huda, Khoirul. 2020. *Modul Pembelajaran SMA Biologi Kelas X: Ekosistem*. Jakarta: Kementerian dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah Direktorat Sekolah Menengah Atas.
- Irnaningtyas dan Syiva Sagita. 2022. *IPA Biologi untuk SMA/MA Kelas X Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Erlangga.
- Khristiyono. 2023. *Bupena Merdeka IPA Biologi untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Krisdianti, Niken Resminingpuri, Elizabeth Tjahjadarmawan, dan Ayuk Ratna Puspaningsih. 2023. *Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA Kelas X (Edisi Revisi)*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Prawirohartono, Slamet. 2017. *Konsep dan Penerapan Biologi SMA/MA Kelas X Kelompok Peminatan MIPA Kurikulum 2013 Edisi Revisi 2016*. Jakarta: Bumi Aksara.





Lampiran 5. Lembar Validitas Instrumen Keterampilan Proses Sains

A. Instrumen Soal Tes Uraian Keterampilan Proses Sains

Kisi-Kisi Instrumen Tes Uraian
Keterampilan Proses Sains Pada Materi Ekosistem

a) **IDENTITAS VALIDATOR**
 Nama : Prof. Dr. Rusli Baki Adhiguna, M.Si.
 Profesi : Dosen
 Instansi : Universitas Pendidikan Indonesia

b) **TUJUAN**
 Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelayakan instrumen yang dipakai oleh peneliti dalam melakukan uji coba, *pretest*, dan *posttest* dalam pembelajaran biologi pada materi ekosistem.

c) **PETUNJUK**

- Bapak/Ibu Dosen dapat memberikan penilaian pada instrumen tersebut.
- Makna skala penilaian adalah:
 - : Tidak Relevan
 - : Kurang Relevan
 - : Cukup Relevan
 - : Relevan
- Apabila terdapat saran, koreksi, dan tambahan mohon Bapak/Ibu Dosen berkenan memuliskannya dibalik validitas ini atau jika dimungkinkan dapat langsung Bapak/Ibu memuliskannya pada lembar draft yang harus direvisi.

d) **ASPEK PENILAIAN INSTRUMEN TES URAIAN**
 Berikut terdapat contoh (1) pada salah satu kolom skala penilaian sesuai dengan pedoman penskoran di atas!

Indikator KPS	Soal	Jawaban					Skala Penilaian			
		No.	Aspek Pengamatan	Indra	Alat Bantu	Hasil Pengamatan	1	2	3	4
Mengamati	1. Buatlah hasil pengamatan tentang daun tanaman mangga sebagai komponen biotik dengan menggunakan indra dan alat bantu! 	1	Warna	Mata	-	Hijau tua pada daun dewasa, hijau muda pada daun muda				✓
		2	Bentuk	Mata	-	Longsong dengan ujung runcing				
		3	Tekstur	Kulit	-	Perukaan atas halus, bagian bawah sedikit kasar				
		4	Aroma/bau	Hidung	-	Aroma khas daun, sedikit wangi saat ditekan				
		5	Rasa	Lidah	-	Pahit saat dikunyah				
		6	Panjang tulang daun	Tangan dan mata	Penggaris	Panjang sekitar 15-20 cm				
		7	Lebar tulang daun	Tangan dan mata	Penggaris	Lebar 4-8 cm				
		8	Struktur tulang daun	Tangan dan Mata	Kaca pembesar	Tulang dan urat saraf utama di tengah				
		9	Berat	Tangan dan mata	Timbangan digital	1,7 gram per lembar				

Indikator KPS	Soal	Jawaban					Skala Penilaian			
		No.	Aspek Pengamatan	Indra	Alat Bantu	Hasil Pengamatan	1	2	3	4
	2. Buatlah hasil pengamatan tentang buah tanaman jeruk nipis sebagai komponen biotik dengan menggunakan indra dan alat bantu! 	1	Warna	Mata	-	Jeruk nipis berwarna hijau saat masih dan kuning saat matang				✓
		2	Tekstur Kulit	Peraba (Kulit atau Tangan)	-	Kulturnya kasar, sedikit bergelombang, dan terasa agak kasar saat digigit				
		3	Aroma	Hidung	-	Memiliki aroma segar, menyengat, dan khas				
		4	Rasa	Lidah	-	Sangat asam, dengan sedikit rasa pahit pada kulitnya				
		5	Panjang dan mata	Tangan dan mata	Penggaris	Panjang sekitar 2-7 cm				
		6	Lebar	Tangan dan mata	Penggaris	Lebar 3-5cm				
		7	Berat	Tangan dan mata	Timbangan digital	Beratnya berkisar antara 30-80 gram				

Indikator KPS	Soal	Jawaban					Skala Penilaian			
		No.	Aspek Pengamatan	Indra	Alat Bantu	Hasil Pengamatan	1	2	3	4
	3. Buatlah hasil pengamatan tentang bunga tanaman campaka sebagai komponen biotik dengan menggunakan indra dan alat bantu! 	1	Warna	Mata	-	Kuning cerah				✓
		2	Bentuk	Mata	-	Kelopak memanjang dan melengkung dengan ujung runcing				
		3	Tekstur	Kulit	-	Halus dan lembut pada kelopak, sedikit kasar pada tangkai				
		4	Aroma/bau	Hidung	-	Aroma khas segar dan jeruk yang kuat				
		5	Rasa	Lidah	-	Sedikit pahit dan sepat				
		6	Panjang dan mata	Tangan dan mata	Penggaris	Panjang bunga sekitar 4-7 cm				
		7	Diameter dan mata	Tangan dan mata	Penggaris	diameter 2-4 cm				
		8	Berat	Tangan dan mata	Timbangan digital	1 hingga 2 gram				
Mengklasifikasi	4. Pada ekosistem sawah ditonton pada air, tanah, tikus, cacing, mauihari, dan angin. Buatlah klasifikasi apa	Berikan adalah klasifikasi komponen yang ada pada ekosistem sawah berdasarkan validasi: 1. Komponen Biotik (Mahluk Hidup) Dalam ekosistem sawah, komponen biotik meliputi:								

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	yang ditemukan di sawah? Tuliskan alasan yang digunakan dalam pengelompokan tersebut!	<p>- Padi → Termasuk produsen karena mampu menghasilkan makanan melalui fotosintesis.</p> <p>- Tikus → Termasuk konsumen (herbivora) karena memakan padi sebagai sumber makanan.</p> <p>2. Komponen Abiotik (Bukan Makhluk Hidup) Dalam ekosistem sawah, komponen abiotik meliputi:</p> <p>- Air → Dibutuhkan oleh tanaman padi dan makhluk hidup lainnya untuk bertahan hidup dan berfungsi dalam proses biologi.</p> <p>- Tanah → Media tempat tumbuhnya padi dan mikroorganisme, serta menjadi tempat hidup bagi banyak organisme dalam ekosistem sawah.</p> <p>- Cahaya Matahari → Sumber energi utama bagi padi dan tumbuhan lain untuk melakukan fotosintesis.</p> <p>- Angin → Membantu dalam proses penyerbukan tanaman serta sirkulasi udara dalam ekosistem.</p> <p>Alasan Pengelompokan:</p> <p>- Komponen biotik dikelompokkan berdasarkan sifatnya sebagai makhluk hidup yang memiliki peran dalam rantai makanan (produsen, konsumen, atau dekomposer).</p> <p>- Komponen abiotik dikelompokkan karena merupakan faktor lingkungan yang tidak hidup tetapi memengaruhi kelangsungan hidup makhluk hidup dalam ekosistem sawah.</p>			✓	
	5. Pada ekosistem pantai ditemukan pohon kelapa, kepiting, pasir, air laut, ikan,	Berikut adalah klasifikasi komponen yang ada pada ekosistem pantai berdasarkan sifatnya:			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	rumpun laut, sinar matahari, dan burung camar. Buatlah klasifikasi apa yang ditemukan di pantai! Dan tuliskan alasan yang digunakan dalam pengelompokan tersebut!	<p>1. Komponen Biotik (Makhluk Hidup). Komponen biotik meliputi:</p> <p>- Pohon kelapa → Termasuk produsen, karena dapat menghasilkan makanan melalui fotosintesis.</p> <p>- Rumpun laut → Termasuk produsen, karena berperan dalam menghasilkan oksigen dan makanan melalui fotosintesis.</p> <p>- Kepiting → Termasuk konsumen (omnivora), karena memakan sisa-sisa organisme, tumbuhan laut, atau hewan kecil lainnya.</p> <p>- Ikan → Termasuk konsumen (herbivora, karnivora, atau omnivora), tergantung pada jenisnya, karena memakan plankton, rumpun laut, atau hewan kecil.</p> <p>- Durung camar → Termasuk konsumen (karnivora), karena memangsa ikan kecil atau hewan lain yang ada di pantai.</p> <p>2. Komponen Abiotik (Bukan Makhluk Hidup). Komponen abiotik meliputi:</p> <p>- Pasir → Menjadi habitat bagi berbagai organisme pantai seperti kepiting dan tempat tumbuh bagi beberapa tumbuhan pantai.</p> <p>- Air laut → Sumber kehidupan utama bagi makhluk hidup di pantai, termasuk ikan dan rumpun laut.</p> <p>- Sinar matahari → Mendukung proses fotosintesis bagi pohon kelapa dan rumpun laut serta mempengaruhi suhu ekosistem.</p> <p>Alasan Pengelompokan</p> <p>- Komponen biotik dikelompokkan berdasarkan sifatnya sebagai makhluk hidup yang memiliki</p>				

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Menginterpretasi	6. Perhatikan gambar rantai makanan di bawah ini!	<p>peran dalam rantai makanan (produsen, konsumen, atau dekomposer).</p> <p>- Komponen abiotik dikelompokkan karena merupakan faktor lingkungan yang tidak hidup tetapi sangat memengaruhi kelangsungan hidup organisme dalam ekosistem pantai.</p> <p>Berikanlah gambar rantai makanan tersebut dapat di interpretasi sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Matahari berperan sebagai sumber energi utama bagi ekosistem. Kamplai (produsen) menggunakan energi matahari untuk berfotosintesis dan tumbuh. Belalang (konsumen pertama/herbivora) memakan rumput untuk memperoleh energi. Katak (konsumen kedua/karnivora tingkat pertama) memangsa belalang. Ular (konsumen ketiga/karnivora tingkat kedua) memangsa katak. Elang (konsumen puncak/karnivora tingkat tertinggi) memangsa ular. Ketika elang atau organisme lain mati, jamur (dekomposer) akan menguraikan sisa makhluk hidup menjadi zat organik yang kembali ke tanah, membantu pertumbuhan rumput. <p>Selanjutnya setiap makhluk hidup dalam rantai makanan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Jika salah satu makhluk dalam rantai makanan hilang, maka populasi lainnya bisa terganggu. Kemudian faktor abiotik seperti matahari dan air berperan penting dalam siklus energi dan kehidupan makhluk hidup di dalam rantai</p>			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	7. Perhatikan gambar piramida energi di bawah ini!	<p>makanan. Serta air mendukung pertumbuhan rumput, yang menjadi sumber makanan utama dalam ekosistem ini!</p> <p>Berikanlah gambar tersebut piramida energi menunjukkan aliran energi dalam ekosistem, dengan energi terbesar di tingkat bawah (produsen) dan semakin berkurang ke tingkat atas!</p> <p>Bisakah interpretasi dari gambar di atas!</p>			✓	
		<p>1. Tingkat 1 (Produsen): Rumpun/pohon sebagai produsen utama yang menyerap energi matahari melalui fotosintesis.</p> <p>2. Tingkat 2 (Konsumen Primer) Belalang, cacing, dan ikan merupakan herbivora yang memakan rumput dan tanaman.</p> <p>3. Tingkat 3 (Konsumen Sekunder) Katak dan ayam adalah karnivora atau omnivora yang memangsa konsumen primer.</p> <p>4. Tingkat 4 (Konsumen Tertier) Elang dan ular adalah predator puncak yang memangsa konsumen sekunder. Selanjutnya energi yang tersedia di setiap tingkat semakin berkurang sekitar 90% karena digunakan untuk aktivitas hidup (bernapas, bergerak, berkembang biak). Hanya sekitar 10% energi yang ditransfer ke tingkat trofik berikutnya. Dari 1000 kg rumput, hanya 100 kg energi yang ditransfer oleh konsumen primer. Dari 100 kg konsumen primer, hanya 10 kg energi yang tersedia untuk konsumen sekunder. Serta dari 10 kg konsumen sekunder, hanya 1 kg energi yang tersisa untuk konsumen tertier. Jika jumlah produsen berkurang, maka konsumen di</p>				

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Meramalkan	8. Bagaimana perubahan suhu air akibat perubahan iklim dapat memengaruhi populasi ikan dalam ekosistem perairan? Prediksikan dampak yang mungkin terjadi dan jelaskan!	<p>atasnya juga akan terpengaruh, menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem.</p> <p>Jika suhu air meningkat akibat perubahan iklim, populasi ikan dalam ekosistem perairan dapat mengalami berbagai dampak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Populasi ikan dapat menurun karena spesies fisiologis, bentuknya oksigen, gangguan reproduksi, peningkatan penyakit, serta perubahan dalam dinamika ekosistem. Beberapa spesies mungkin bermigrasi ke daerah yang lebih sejuk, sementara yang lain mungkin mengalami kepunahan lokal jika tidak dapat beradaptasi dengan perubahan suhu. Selain itu perubahan suhu terus berlanjut lama adanya adaptasi atau mitigasi, populasi ikan di ekosistem perairan kemungkinan besar akan mengalami penurunan drastis, yang juga dapat berdampak pada keseimbangan ekosistem dan ketahanan pangan manusia yang bergantung pada perikanan.</p>				✓
Merencaanakan	9. Pencemaran liar untuk tambak udang telah menyebabkan degradasi ekosistem hutan mangrove di sebuah kawasan pesisir. Kerusakan ini berdampak pada keberlangsungan habitat bagi berbagai organisme, termasuk biota laut yang bergantung pada mangrove. Sajikan bagaimana langkah-langkah yang dapat membantu memulihkan	<p>Untuk memulihkan keseimbangan ekosistem hutan mangrove yang mengalami degradasi akibat pencemaran liar untuk tambak udang, diperlukan rencana pemulihan yang sistematis dan dapat diimplementasikan dengan baik. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Identifikasi Kerusakan <ul style="list-style-type: none"> Melakukan survei lapangan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan hutan mangrove. Mengumpulkan data tentang dampak terhadap biota laut dan lingkungan sekitar. Penyusunan Kebijakan <ul style="list-style-type: none"> Menetapkan kawasan konservasi mangrove yang tidak boleh dirobohkan. 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	kesimbangan ekosistem tersebut!	<ol style="list-style-type: none"> Rehabilitasi dan Kebosanan Mangrove <ul style="list-style-type: none"> Memantau kembali pohon mangrove dengan memilih spesies asli yang sesuai dengan kondisi lingkungan. Melakukan pemantauan pertumbuhan mangrove secara berkala. Edukasi dan Pemberdayaan Masyarakat <ul style="list-style-type: none"> Memberikan penyuluhan kepada masyarakat dan petambak udang tentang pentingnya ekosistem mangrove. Mendorong masyarakat untuk berpartisipasi dalam program konservasi. Pengawasan dan Evaluasi Berkala <ul style="list-style-type: none"> Melakukan patroli rutin untuk mencegah pencemaran liar kembali terjadi. 				
	10. Pada lahan basah mengalami penurunan kualitas air karena pencemaran limbah domestik. Hal ini berdampak pada penurunan populasi organisme biotik seperti ikan dan kakar oksigen. Jelaskan bagaimana solusi urus mengatasi pencemaran air dan memulihkan keseimbangan antara komponen ekosistem tersebut!	<p>Solusi untuk mengatasi pencemaran dan memulihkan keseimbangan ekosistem:</p> <ol style="list-style-type: none"> Pengolahan Limbah, dengan membangun instalasi pengolahan limbah domestik untuk mencegah pencemaran langsung ke lahan basah. Memantau kembali tumbuhan air yang berfungsi sebagai penyaring alami dan habitat biota. Mengedukasi masyarakat untuk mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dan membuang limbah dengan benar. 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Mencirikan	11. Dewa dan Adi melakukan pengamatan di taman kota dan menemukan burung, semut, cacing, rumput, ular, belalang, dan pohon mangga. Berdasarkan pengamatan tersebut, buatlah suatu narasi mengenai hubungan antarorganisme dalam ekosistem taman kota tersebut!	<p>Berdasarkan komponen ekosistem yang ditemukan (burung, semut, cacing, rumput, ular, belalang, dan pohon mangga), beberapa rantai makanan yang bisa terbentuk adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> Rumput → Belalang → Burung → Ular <ul style="list-style-type: none"> Rumput sebagai produsen melakukan fotosintesis dan menjadi sumber energi bagi herbivora. Belalang sebagai konsumen pertama (herbivora) memakan rumput. Burung sebagai konsumen kedua (karnivora) memangsa belalang. Ular sebagai konsumen ketiga (karnivora tingkat tinggi) memangsa burung. Pohon Mangga → Semut → Burung → Ular <ul style="list-style-type: none"> Pohon mangga sebagai produsen menghasilkan daun dan buah yang dapat dimakan oleh semut. Semut sebagai konsumen pertama mengonsumsi bagian pohon atau sisa makanan dari pohon. Burung sebagai konsumen kedua memangsa semut. Ular sebagai konsumen ketiga memangsa burung. Sisa tumbuhan → Cacing → Burung → Ular <ul style="list-style-type: none"> Sisa tumbuhan atau daun yang gugur diurai oleh cacing yang bertindak sebagai konsumen pertama (detritivor). Burung pemakan cacing menjadi konsumen kedua. Ular sebagai konsumen ketiga memangsa burung pemakan cacing. 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	12. Siswa kelas X Karya Wisata sedang melakukan pengamatan di taman sekolah dan menemukan tanaman bunga, semut, rumput, kupu-kupu, belalang. Berdasarkan hasil pengamatan selimpahkan yang termasuk komponen biotik dan abiotik. Jelaskan bagaimana salah satu komponen abiotik dapat memengaruhi keberlangsungan hidup komponen biotik di taman tersebut!	<p>Dalam pengamatan yang dilakukan oleh siswa kelas X Karya Wisata di taman sekolah, terdapat berbagai komponen ekosistem yang dapat dikelompokkan menjadi komponen biotik dan abiotik.</p> <ol style="list-style-type: none"> Pengelempokan Komponen Ekosistem <ol style="list-style-type: none"> Komponen biotik (Makhluk Hidup) <ul style="list-style-type: none"> Tanaman bunga (sebagai produsen) Rumput (sebagai produsen) Semut (sebagai konsumen) Kupu-kupu (sebagai konsumen) Cacing (sebagai detritivor/pengurai) Komponen Abiotik (Benda Tak Hidup) <ul style="list-style-type: none"> Cahaya matahari Batu Pengaruh Komponen Abiotik terhadap Komponen Biotik <p>Salah satu komponen abiotik yang sangat berpengaruh dalam ekosistem taman adalah cahaya matahari. Pengaruhnya terhadap komponen biotik antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cahaya matahari digunakan oleh tanaman bunga dan rumput untuk melakukan fotosintesis. Proses ini menghasilkan oksigen dan makanan dalam bentuk glukosa yang diperlukan oleh organisme lain dalam ekosistem. Cahaya matahari membantu menjaga suhu udara dan tanah agar sesuai bagi kehidupan semut, kupu-kupu, dan cacing. Cahaya matahari memengaruhi warna dan pertumbuhan bunga sehingga menarik kupu-kupu untuk melakukan penyerbukan, yang membantu reproduksi tanaman. Mendukung aktivitas hewan, dimana semut dan kupu-kupu lebih aktif mencari makan di bawah sinar matahari karena suhu yang lebih hangat. Sehingga jika terjadi 				✓

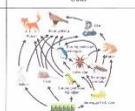
Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian													
			1	2	3	4										
Mengkomunikasikan	13. Pada suatu ekosistem ditemukan rumput, pohon, kupu-kupu, belalang, rusa, elang, ular, cahaya matahari, air, dan tanah. Buatlah tabel yang berisi komponen ekosistem, peranan dan hubungan antar komponen tersebut!	perubahan dalam komponen abiotik, seperti kurangnya cahaya matahari, maka pertumbuhan tanaman bisa terganggu, yang kemudian akan memengaruhi seluruh rantai makanan dalam ekosistem tanah.				✓										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Komponen Ekosistem</th> <th>Peran dalam Ekosistem</th> <th>Hubungan dengan Komponen Lain</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tumbuhan (Rumput, Pohon, Tanaman) termasuk Biotik (Produsen)</td> <td>Menghasilkan energi melalui fotosintesis</td> <td>Menyediakan makanan bagi herbivora dan oksigen bagi makhluk hidup lainnya</td> </tr> <tr> <td>Hewan (Herbivora: Belalang, Kupu-kupu, Rusa) termasuk Biotik (Konsumen 1)</td> <td>Memakan tumbuhan untuk mendapatkan energi</td> <td>Dimanfaatkan oleh karnivora dan membantu penyebaran biji tanaman</td> </tr> <tr> <td>Hewan (Karnivora: ular, Elang) termasuk Biotik (Konsumen 2 & 3)</td> <td>Memakan herbivora dan Elang memakan herbivora</td> <td>Bergantung pada herbivora sebagai sumber makanan</td> </tr> </tbody> </table>	Komponen Ekosistem	Peran dalam Ekosistem	Hubungan dengan Komponen Lain	Tumbuhan (Rumput, Pohon, Tanaman) termasuk Biotik (Produsen)	Menghasilkan energi melalui fotosintesis	Menyediakan makanan bagi herbivora dan oksigen bagi makhluk hidup lainnya	Hewan (Herbivora: Belalang, Kupu-kupu, Rusa) termasuk Biotik (Konsumen 1)	Memakan tumbuhan untuk mendapatkan energi	Dimanfaatkan oleh karnivora dan membantu penyebaran biji tanaman	Hewan (Karnivora: ular, Elang) termasuk Biotik (Konsumen 2 & 3)	Memakan herbivora dan Elang memakan herbivora	Bergantung pada herbivora sebagai sumber makanan		
Komponen Ekosistem	Peran dalam Ekosistem	Hubungan dengan Komponen Lain														
Tumbuhan (Rumput, Pohon, Tanaman) termasuk Biotik (Produsen)	Menghasilkan energi melalui fotosintesis	Menyediakan makanan bagi herbivora dan oksigen bagi makhluk hidup lainnya														
Hewan (Herbivora: Belalang, Kupu-kupu, Rusa) termasuk Biotik (Konsumen 1)	Memakan tumbuhan untuk mendapatkan energi	Dimanfaatkan oleh karnivora dan membantu penyebaran biji tanaman														
Hewan (Karnivora: ular, Elang) termasuk Biotik (Konsumen 2 & 3)	Memakan herbivora dan Elang memakan herbivora	Bergantung pada herbivora sebagai sumber makanan														

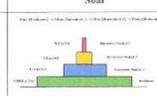
Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian							
			1	2	3	4				
Mengklasifikasi	14. Berikut merupakan contoh rantai makanan: 1. Kayu lapuk → Jamur → Ayam → Elang 2. Rumput → Belalang → Kadal → Elang Klasifikasikan kedua rantai makanan tersebut berdasarkan jenisnya. Berilah alasan dari pengelompokan tersebut!	<p>Calayat Matahari (Abiotik) Sumber energi utama bagi ekosistem</p> <p>Air (Abiotik) Menunjang kehidupan semua makhluk hidup</p> <p>Tanah (Abiotik) Media tumbuh bagi tanaman dan sumber nutrisi</p> <p>Digunakan oleh tumbuhan dalam fotosintesis</p> <p>Dibutuhkan oleh tumbuhan dan hewan untuk bertahan hidup</p> <p>Menyediakan unsur hara bagi produsen</p>				✓				
		<p>Berdasarkan contoh rantai makanan yang diberikan, klasifikasinya adalah sebagai berikut:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rantai Makanan</th> <th>Jenis Rantai Makanan</th> <th>Alasan Pengelompokan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kayu lapuk → Jamur → Ayam → Elang</td> <td>ke rantai makanan saprofit</td> <td>Rantai makanan ini termasuk ke rantai makanan saprofit, karena rantai makanan saprofit adalah rantai makanan yang dimulai dari penguraian jasad mati makhluk hidup dari organisme saprofit yang mampu mengurai sisa-sisa organisme yang telah</td> </tr> </tbody> </table>	Rantai Makanan	Jenis Rantai Makanan	Alasan Pengelompokan	Kayu lapuk → Jamur → Ayam → Elang	ke rantai makanan saprofit	Rantai makanan ini termasuk ke rantai makanan saprofit, karena rantai makanan saprofit adalah rantai makanan yang dimulai dari penguraian jasad mati makhluk hidup dari organisme saprofit yang mampu mengurai sisa-sisa organisme yang telah		
Rantai Makanan	Jenis Rantai Makanan	Alasan Pengelompokan								
Kayu lapuk → Jamur → Ayam → Elang	ke rantai makanan saprofit	Rantai makanan ini termasuk ke rantai makanan saprofit, karena rantai makanan saprofit adalah rantai makanan yang dimulai dari penguraian jasad mati makhluk hidup dari organisme saprofit yang mampu mengurai sisa-sisa organisme yang telah								

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Mengklasifikasi	15. Pada ekosistem kebun terdapat berbagai jenis hewan, di antaranya: 1. Lala-lala 2. Mamalia karnivora 3. Ulat pemakan daun 4. Kumbang 5. Mamalia pemakan serangga	mati seperti bakteri, jamur, dan lumut kerak. Jamur berperan sebagai saprofit (organisme pemangsa) yang memperoleh energi dengan menguraikan bahan organik dari kayu lapuk. Ayam memakan jamur, selingga energi dari kayu lapuk berpindah ke ayam. Dan elang sebagai predator puncak mendapatkan energi dengan memangsa ayam.				✓
		<p>Rumput → Belalang → Kadal → Elang</p> <p>Rantai makanan ini termasuk ke jenis rantai makanan perumput, karena rantai ini dimulai dari produsen, yaitu rumput yang masih hidup. Kemudian belalang sebagai herbivora (konsumen tingkat pertama)</p>				

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian										
			1	2	3	4							
Mengklasifikasi	15. Pada ekosistem kebun terdapat berbagai jenis hewan, di antaranya: 1. Lala-lala 2. Mamalia karnivora 3. Ulat pemakan daun 4. Kumbang 5. Mamalia pemakan serangga	<p>memakan rumput sebagai sumber energinya. Selanjutnya kadal sebagai karnivora (konsumen tingkat kedua) memangsa belalang. Dan elang sebagai predator puncak (konsumen tingkat tinggi) memangsa kadal.</p>				✓							
		<p>Dalam ekosistem kebun, makhluk hidup dapat diklasifikasikan berdasarkan peranannya dalam rantai makanan sebagai produsen, konsumen tingkat pertama, konsumen tingkat kedua, atau konsumen tingkat tinggi. Berikut adalah klasifikasinya.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Makhluk Hidup</th> <th>Peran dalam Rantai Makanan</th> <th>Alasan Pengelompokannya</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ulat pemakan daun</td> <td>Konsumen tingkat pertama (herbivora)</td> <td>Ulat memakan daun atau bagian tanaman yang merupakan produsen</td> </tr> <tr> <td>Kumbang</td> <td>Konsumen tingkat pertama</td> <td>Beberapa jenis kumbang</td> </tr> </tbody> </table>	Makhluk Hidup	Peran dalam Rantai Makanan	Alasan Pengelompokannya	Ulat pemakan daun	Konsumen tingkat pertama (herbivora)	Ulat memakan daun atau bagian tanaman yang merupakan produsen	Kumbang	Konsumen tingkat pertama	Beberapa jenis kumbang		
Makhluk Hidup	Peran dalam Rantai Makanan	Alasan Pengelompokannya											
Ulat pemakan daun	Konsumen tingkat pertama (herbivora)	Ulat memakan daun atau bagian tanaman yang merupakan produsen											
Kumbang	Konsumen tingkat pertama	Beberapa jenis kumbang											

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	tinggi. Berilah alasan pengelompokan tersebut!	<p>(herbivora/derivatif)</p> <p>makanan tanaman atau bahan organik yang membusuk</p> <p>Laba-laba</p> <p>Konsumen tingkat kedua (karnivora)</p> <p>Laba-laba memangsa serangga seperti kumbang atau ulat</p> <p>Mamalia pemakan serangga</p> <p>Konsumen tingkat kedua (karnivora)</p> <p>Mamalia ini memangsa serangga seperti kumbang dan ulat</p> <p>Mamalia karnivora</p> <p>Konsumen tingkat tinggi (karnivora puncak)</p> <p>Mamalia karnivora memangsa hewan lain, termasuk mamalia pemakan serangga atau laba-laba</p>				
Menginterpretasi	16. Perhatikan gambar jaring-jaring makanan di bawah ini!	Jaring-jaring makanan menunjukkan adanya berbagai tingkat trofik, dari produsen hingga konsumen tingkat tinggi, yang mencerminkan kecanggihan ekosistem.			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	 <p>Buatlah interpretasi dari gambar di atas!</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rantai sebagai produsen utama menyediakan energi bagi herbivora seperti kelinci dan burung, pemakan biji. • Tanaman ini menjadi dasar rantai makanan, karena tanpa produsen, konsumen primer dan sekunder tidak dapat bertahan. • Interaksi Antara Konsumen Primer, Sekunder, dan Tertier • Kelinci, ulat, burung pemakan biji, dan serangga adalah konsumen primer yang memakan tumbuhan atau biji-bijian. • Burung pemakan serangga, kakak, laba-laba, dan serangga predator adalah konsumen sekunder, yang memangsa serangga atau hewan kecil lainnya. • Ular, rubah, dan burung elang adalah konsumen tertier atau pemangsa yang memangsa konsumen sekunder. <p>Jika salah satu organisme berkurang, maka organisme yang bergantung padanya juga akan terdampak. Misalnya, jika tikus berkurang, predatornya seperti ular dan burung elang akan kehilangan sumber makanan. Sebaliknya, jika predator seperti burung elang berkurang, populasi tikus dan kelinci bisa meningkat drastis, yang bisa menyebabkan kerusakan pada kawasan akibat eksploitasi sumber daya (rangkap atau tanaman).</p>				
Menginterpretasi	17. Perhatikan gambar piramida bioenergi di bawah ini!	Berdasarkan gambar tersebut bioenergi menurun pada setiap tingkat trofik. Dan produsen ke konsumen tingkat tertinggi terjadi penurunan drastis dalam jumlah bioenergi. Ini menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil energi yang tersedia di tingkat trofik, selebihnya yang digunakan ke tingkat berikutnya. Sesuai dengan hukum 10% dalam ekologi.			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	 <p>Buatlah interpretasi dari gambar di atas!</p>	<p>hanya sekitar 10% energi yang ditransfer dari satu tingkat trofik ke tingkat berikutnya, sementara sisanya digunakan untuk aktivitas hidup atau hilang sebagai panas. Misalnya, tikus hanya memperoleh 10% energi dari padi, dan ular hanya mendapatkan sekitar 10% energi dari tikus, dan seterusnya.</p> <p>Jika jumlah tikus menurun drastis, maka ular dan elang akan kehilangan sumber makanan dan populasinya juga bisa menurun. Jika jumlah tikus meningkat berlebihan, akibat kurangnya pemangsa seperti ular dan elang, maka tanaman padi bisa habis, yang akan mengganggu keseimbangan ekosistem. Jika jumlah elang berkurang, maka populasi ular bisa meningkat, yang bisa mengganggu kestabilan populasi tikus.</p>				
Meramalkan	18. Selama beberapa hulan terakhir, padang rumput mengalami kekeringan parah, menyebabkan tumbuhan sebagai sumber makanan utama bagi herbivora seperti rusa, kelinci, dan zebra sulit tumbuh dan banyak yang mati. Akibatnya, jumlah produsen di ekosistem tersebut menurun drastis. Berdasarkan kondisi tersebut, buatlah prediksi mengenai perubahan populasi hewan-hewan tersebut serta jelaskan alasannya!	<p>Kekeringan yang parah di padang rumput menyebabkan berkurangnya tumbuhan sebagai sumber makanan utama bagi hewan-hewan herbivora seperti rusa, kelinci, dan zebra. Akibatnya, populasi hewan-hewan herbivora di ekosistem tersebut diprediksi akan menurun.</p> <p>Alasannya</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ketersediaan makanan berkurang → Dengan menurunnya jumlah tumbuhan, herbivora akan kesulitan mendapatkan makanan yang cukup untuk bertahan hidup. 2. Persaingan meningkat → Karena sumber makanan terbatas, hewan-hewan herbivora akan bersaing lebih ketat untuk memperoleh makanan, yang dapat menyebabkan kelaparan bagi sebagian individu. 3. Penurunan tingkat reproduksi → Kekurangan makanan dapat menyebabkan penurunan kesehatan 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		<p>herbivora, yang berdampak pada berkurangnya tingkat kelahiran dan meningkatnya angka kematian.</p> <p>4. Migrasi atau kepunahan lokal → Beberapa hewan mungkin bermigrasi ke daerah lain yang lebih subur untuk mencari makanan, sedangkan yang tidak mampu beradaptasi bisa mengalami kematian.</p> <p>Jika kekeringan terus berlanjut, keseimbangan ekosistem akan terganggu, tidak hanya bagi herbivora tetapi juga bagi predator yang bergantung pada mereka sebagai sumber makanan.</p>				
Meramalkan	19. Bagaimana dampak penangkapan secara besar-besaran di hutan tropis terhadap produsen (seperti tanaman) dan konsumen tingkat pertama (seperti herbivora)? Buatlah prediksi mengenai perubahan yang akan terjadi pada kedua kelompok organisme tersebut serta jelaskan alasan yang mendukung prediksi!	<p>Penebangan pohon secara besar-besaran di hutan tropis akan berdampak signifikan pada produsen (tanaman) dan konsumen tingkat pertama (herbivora) dalam ekosistem tersebut.</p> <p>Adapun Prediksi Dampak pada Produsen (Tanaman):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Berkurangnya tanaman yang bergantung pada naungan → Tanaman bawah yang biasa tumbuh di bawah pohon besar akan kehilangan perlindungan dari intensitas cahaya matahari yang berlebihan, sehingga beberapa jenis tanaman yang tidak tahan terhadap sinar matahari langsung dapat mengalami stres atau mati. 2. Penurunan kelembaban dan kesuburan tanah → Pohon berperan dalam menjaga kelembaban tanah dengan menahan air hujan dan mencegah erosi. Jika pohon ditebang, tanah akan menjadi lebih kering, dan kandungan hara di dalamnya akan berkurang, menyebabkan kesulitan bagi tanaman kecil untuk tumbuh. 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	3. Gangguan dalam proses fotosintesis → Beberapa tanaman mungkin tidak mendapatkan cukup cahaya untuk melakukan fotosintesis secara optimal, sehingga pertumbuhannya terganggu dan produksi oksigen serta makanan bagi ekosistem menurun. Prediksi Dampak pada Konsumen Tingkat Pertama (Herbivora)	1. Berkurangnya sumber makanan → Dengan menurunnya populasi produsen, herbivora seperti rusa, molet, dan serangga akan kekurangan makanan, sehingga populasi mereka juga akan berkurang akibat kelaparan. 2. Peningkatan persaingan antar herbivora → Karena makanan menjadi langka, herbivora akan bersaing lebih ketat untuk mendapatkan sumber makanan yang tersedia. Hal ini bisa menyebabkan beberapa spesies berpindah ke habitat lain atau mengalami penurunan populasi. 3. Migrasi atau kepunahan lokal → Jika sumber makanan tidak mencukupi, beberapa herbivora mungkin bermigrasi ke wilayah lain untuk mencari makanan, sedangkan spesies yang tidak bisa beradaptasi dengan perubahan lingkungan dapat mengalami penurunan jumlah hingga kepunahan lokal.				
Merencanakan	20. Bagaimana langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi peningkatan	Untuk mengatasi peningkatan populasi tikus di ekosistem sawah akibat berkurangnya jumlah ular karena perburuan liar, diperlukan solusi yang efektif dan berkelanjutan guna				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	populasi tikus di ekosistem sawah akibat berkurangnya jumlah ular karena perburuan liar? Rencanakan solusi yang efektif untuk mengendalikan populasi tikus dan menjaga keseimbangan ekosistem sawah!	menjaga keseimbangan ekosistem. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan: 1. Melindungi dan meningkatkan populasi ular sebagai predator alami tikus dengan mengurangi perburuan liar serta menangkan regulasi perlindungan terhadap ular di lingkungan sawah. 2. Menjaga pola tanam yang seimbang seperti menanam tanaman pengusir tikus (misalnya serai atau mint) di sekitar sawah untuk mengurangi keberadaan tikus. 3. Menggunakan perangkap tikus secara selektif untuk mengurangi jumlahnya tanpa merusak ekosistem. 4. Menghindari penggunaan racun kimia berlebihan karena dapat berdampak negatif pada ekosistem sawah, termasuk membahayakan predator alami dan mencemari lingkungan. 5. Meningkatkan kesadaran petani mengenai pentingnya peran ular dan predator alami dalam ekosistem, sehingga mereka tidak lagi berburu ular secara berlebihan. 6. Mendorong kolaborasi antara petani dan pemerintah dalam menegakan kebijakan pengelolaan hama yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.				
Menerapkan	21. Berlasarkan ekosistem sawah yang terdiri dari makhluk hidup seperti padi, tikus, ular, dan burung elang, susunlah rantai makanan yang sesuai. Kemudian, tetapkan pemahaman Anda dengan menjelaskan peran masing-	Adapun rantai makanan dari ekosistem sawah yaitu: Padi → Tikus → Ular → Burung elang Selanjutnya peran masing-masing komponen rantai makanan sebagai berikut: 1. Padi (Produsen) → Sebagai produsen, padi berperan dalam menghasilkan energi melalui proses fotosintesis. Energi yang dihasilkan ini akan diturunkan ke tingkat trofik berikutnya dalam rantai makanan.				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian												
			1	2	3	4									
	masing organisme dalam rantai makanan tersebut!	2. Tikus (Konsumen Primer/Herbivora) → Tikus berperan sebagai konsumen tingkat pertama yang memakan padi. Tikus memperoleh energi dari padi dan menjadi sumber makanan bagi predatornya, yaitu ular. 3. Ular (Konsumen Sekunder/Karnivora) → Ular berperan sebagai konsumen tingkat kedua yang memakan tikus. Ular membantu mengontrol populasi tikus agar tidak berkembang secara berlebihan, sehingga keseimbangan ekosistem sawah tetap terjaga. 4. Burung Elang (Konsumen Tersier/Karnivora Puncak) → Burung elang merupakan predator puncak dalam rantai makanan ini. Elang memangsa ular, menjaga keseimbangan populasi ular agar tidak berlebihan.													
Mengkomunikasikan	22. Perhatikan gambar piramida makanan berikut! Buatlah sebuah tabel yang mengkomunikasikan informasi	Piramida makanan menggambarkan hubungan aliran energi antara organisme dalam suatu ekosistem, berikut ini tabel yang mengkomunikasikan informasi mengenai piramida makanan berdasarkan tingkatan trofik dalam ekosistem. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tingkat trofik</th> <th>Organisme</th> <th>Peran dalam Ekosistem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trofik (Produsen)</td> <td>1. Tanaman, Rumput</td> <td>Menghasilkan energi melalui fotosintesis dan menjadi sumber makanan bagi konsumen primer.</td> </tr> <tr> <td>Trofik (Konsumen primer)</td> <td>2. Tikus, Belalang, Cacing</td> <td>Memakan produsen (tanaman/rumput) untuk mendapatkan energi dan menjadi</td> </tr> </tbody> </table>	Tingkat trofik	Organisme	Peran dalam Ekosistem	Trofik (Produsen)	1. Tanaman, Rumput	Menghasilkan energi melalui fotosintesis dan menjadi sumber makanan bagi konsumen primer.	Trofik (Konsumen primer)	2. Tikus, Belalang, Cacing	Memakan produsen (tanaman/rumput) untuk mendapatkan energi dan menjadi				✓
Tingkat trofik	Organisme	Peran dalam Ekosistem													
Trofik (Produsen)	1. Tanaman, Rumput	Menghasilkan energi melalui fotosintesis dan menjadi sumber makanan bagi konsumen primer.													
Trofik (Konsumen primer)	2. Tikus, Belalang, Cacing	Memakan produsen (tanaman/rumput) untuk mendapatkan energi dan menjadi													

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	mengeni peranan setiap organisme pada setiap tingkat trofik dalam ekosistem	Trofik (Konsumen sekunder) 3 Ayam, Katak Memangsa konsumen primer seperti belalang dan cacing, serta menjadi makanan bagi predator di tingkat lebih tinggi. Trofik (Konsumen tertier) 4 Ular, Elang Predator puncak dalam rantai makanan yang memangsa konsumen sekunder seperti ayam dan katak, membantu menjaga keseimbangan populasi ekosistem.				
Menginterpretasi	23. Perhatikan gambar siklus karbon di bawah ini!	Siklus karbon adalah proses alami yang mengatur perputaran karbon di antara atmosfer, biosfer (mahluk hidup), geosfer (tanah dan batuan), dan hidrosfer (udara). Karbon bergerak melalui berbagai proses yang saling				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	<p>Carbon cycle</p>  <p>Buatlah interpretasi berdasarkan gambar di atas!</p>	<p>berhubungan dalam suatu sistem yang berkelanjutan. Berikut adalah tahapan dalam siklus karbon.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tumbuhan hijau menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer melalui stomata daun. Dengan bantuan energi matahari dan air, tumbuhan mengubah CO₂ menjadi glukosa (C₆H₁₂O₆) melalui proses fotosintesis. Oksigen (O₂) dilepaskan sebagai hasil sampingan ke atmosfer. 2. Hewan herbivora memakan tumbuhan, menyerap karbon yang tersimpan dalam jaringan tanaman. Karnivora kemudian memangsa herbivora, sehingga karbon berpindah ke tingkat trofik yang lebih tinggi dalam rantai makanan. 3. Hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme menggunakan oksigen untuk memecah glukosa menjadi energi. Dalam proses ini, karbon dioksida (CO₂) dihasilkan dan dilepaskan kembali ke atmosfer melalui pernapasan. 4. Saat tumbuhan dan hewan mati, sisa-sisa organik mereka diuraikan oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Proses penguraian ini menghasilkan karbon dalam bentuk CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer) atau senyawa organik yang tersimpan dalam tanah. 5. Sebagian besar organisme yang mati tidak langsung terurai, melainkan terkubur dalam tanah selama jutaan tahun. Tekanan dan panas tinggi mengubah sisa-sisa organik menjadi bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. 				

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Menginterpretasi	24. Interpretasikan informasi mengenai ketersediaan gas nitrogen (N ₂) di udara dan bagaimana organisme dapat memanfaatkannya. Gunakan data atau fakta yang relevan untuk menginterpretasikannya.	<p>Interpretasi dan penjelasan pemanfaatan gas nitrogen (N₂) oleh organisme sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> Nitrogen (N₂) merupakan gas yang paling melimpah di atmosfer, mencapai 78% dari udara yang kita hirup. Beberapa mikroorganisme tertentu, seperti bakteri Rhizobium (hidup bersimbiosis dengan akar tanaman polong-polongan) dan Azotobacter (hidup bebas di tanah), memiliki enzim nitrogenase yang mampu memecah ikatan kuat dalam N₂ dan mengubahnya menjadi senyawa nitrogen yang lebih mudah. Proses ini disebut fiksasi nitrogen, di mana gas N₂ dikonversi menjadi amonia (NH₃) yang kemudian dapat digunakan oleh tanaman. Tanaman kemudian menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO₃) atau amonium (NH₄⁺) untuk pertumbuhan dan perkembangan. Ketersediaan nitrogen memengaruhi pertumbuhan atau hewan lain yang sudah mengonsumsi nitrogen. Siklus nitrogen menjaga keseimbangan ketersediaan nitrogen di lingkungan, memastikan bahwa organisme dapat memperoleh nitrogen secara tidak langsung melalui rantai makanan. 				✓
Merencanakan	25. Bagaimana dampak yang akan terjadi pada kadar oksigen di udara jika jumlah bakteri di	<p>Adapun prediksi yang akan terjadi akibat deforestasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penurunan Produk Oksigen Polos dan tembakan hijau berperan dalam meningkatkan oksigen (O₂) 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	<p> hutan menurun akibat deforestasi? Buatlah prediksi berdasarkan hubungan antara proses fotosintesis dan kadar oksigen di atmosfer!</p>	<p>melalui proses fotosintesis. Jika jumlah polvon di hutan berkurang akibat deforestasi, maka produksi oksigen juga akan mengalami penurunan. Hal ini menyebabkan penurunan kadar oksigen di atmosfer, terutama di daerah yang mengalami deforestasi besar-besaran.</p> <p>2. Peningkatan Karbon Dioksida: Selain menghasilkan oksigen, pohon juga menyerap karbon dioksida (CO₂) selama fotosintesis. Dengan berkurangnya jumlah pohon, penyerapan CO₂ menjadi lebih sedikit, sehingga kadar CO₂ di udara meningkat. Peningkatan CO₂ dapat mempercepat pemanasan global dan perubahan iklim, yang secara tidak langsung memengaruhi kualitas udara dan keseimbangan ekosistem.</p> <p>3. Gangguan terhadap Makhluk Hidup: Oksigen sangat penting bagi respirasi makhluk hidup seperti manusia dan hewan. Jika kadar oksigen di udara terus menurun, maka dapat menyebabkan gangguan pernapasan, terutama di daerah perkotaan yang sudah memiliki kualitas udara rendah. Beberapa organisme yang sangat bergantung pada kadar oksigen tertentu juga bisa mengalami penurunan populasi akibat perubahan lingkungan ini.</p>				✓
Merencanakan	26. Bagaimana dampak yang akan terjadi pada pertumbuhan tanaman jika tanah mengalami kekurangan nitrogen? Buatlah prediksi berdasarkan peran	<p>Adapun prediksi yang akan terjadi pada pertumbuhan tanaman jika tanah mengalami kekurangan nitrogen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pertumbuhan tanaman lambat. Nitrogen (N) adalah unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman untuk pembentukan asam amino, protein, klorofil, dan enzim. Jika tanah kekurangan nitrogen, tanaman akan 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	<p>nitrogen dalam proses pertumbuhan tanaman!</p>	<p>mengalami hambatan pertumbuhan, karena nitrogen berperan penting dalam pembentukan dan pematangan sel.</p> <p>2. Daun Menjadi Kuning (Klorosis): Nitrogen diperlukan dalam pembentukan klorofil, pigmen hijau yang membantu tanaman melakukan fotosintesis. Jika tanaman kekurangan nitrogen, daun akan berubah menjadi kuning (klorosis), terutama pada daun yang lebih tua, karena tanaman akan mengalihkan nitrogen yang tersisa ke daun muda.</p> <p>3. Penurunan Produksi dan Hasil Panen: Tanaman yang mengalami kekurangan nitrogen tidak dapat berfotosintesis secara optimal, sehingga pertumbuhan lambat dan ukuran tanaman lebih kecil dari biasanya. Produktivitas tanaman menurun, menghasilkan buah atau biji yang lebih sedikit dan lebih kecil. Pada tanaman pangan seperti padi dan jagung, hal ini dapat menyebabkan penurunan hasil panen secara drastis.</p>				✓
Menerapkan	27. Peristiwa hujan asam dapat mempengaruhi dan karbon dalam suatu ekosistem dan mengganggu keseimbangan biogeokimia. Jelaskan bagaimana peningkatan kadar karbon dioksida di atmosfer dapat menyebabkan perubahan pada dan karbon!	<p>Peningkatan kadar karbon dioksida (CO₂) di atmosfer dapat mempercepat efek rumah kaca, sehingga menyebabkan pemanasan global. Pemanasan ini meningkatkan laju penguraian bahan organik oleh mikroorganisme, sehingga lebih banyak CO₂ dilepaskan ke atmosfer. CO₂ berlebih dapat larut dalam air hujan, membentuk asam karbonat yang menyebabkan hujan asam. Hujan asam mengganggu siklus karbon dengan memecah tumbuhan (penghambatan fotosintesis) dan mengubah pH tanah serta perairan, yang mempengaruhi organisme dan penyimpanan karbon di ekosistem tersebut. Hujan asam menarik daun tanaman, membatasi fotosintesis, sehingga mengurangi jumlah</p>				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian									
			1	2	3	4						
		karbon yang diserap dari atmosfer. Kerusakan pada hutan akibat hujan asam juga mengurangi jumlah pohon yang berperan dalam menyerap karbon, memperburuk ketidakseimbangan karbon di atmosfer.										
Merencanakan	28 Suatu kelompok peneliti ditugaskan untuk merencanakan pengelolaan ekosistem hutan tropis agar keberlanjutan siklus karbon dan nitrogen tetap terjaga. Pada perencanaan tersebut, sebuah kelompok laini memikirkan langkah-langkah yang dapat digunakan untuk mencegah gangguan yang merusak keseimbangan kedua siklus tersebut. Jelaskan apa saja langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalkan gangguan terhadap siklus tersebut!	Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalkan gangguan terhadap siklus karbon dan nitrogen dalam ekosistem hutan tropis yaitu: 1. Reboisasi dan konservasi hutan untuk memastikan penyerapan karbon yang optimal oleh pohon dan mengurangi deforestasi. 2. Pengurangan pembakaran hutan yang dapat mengurangi emisi karbon ke atmosfer. 3. Pengelolaan limbah dan pengendalian polusi untuk menghindari pencemaran yang dapat merusak siklus nitrogen. 4. Peningkatan kesadaran masyarakat atau edukasi tentang pentingnya menjaga keberlanjutan ekosistem hutan tropis.				✓						
Mengkomunikasikan	29 Buatlah sebuah tabel yang berisi tentang tahapan dan penjelasan mengenai siklus air secara jelas dan terstruktur!	Daur air merupakan suatu proses perputaran air yang terjadi di alam secara berulang-ulang dan teratur dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi. Berikut adalah tabel yang mengkomunikasikan proses terjadinya siklus air (secara jelas dan terstruktur). <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Tahap</th> <th>Penjelasan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Evaporasi</td> <td>1. Proses penguapan air dari tubuh-tubuh air, seperti laut.</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Tahap	Penjelasan	1	Evaporasi	1. Proses penguapan air dari tubuh-tubuh air, seperti laut.				✓
No.	Tahap	Penjelasan										
1	Evaporasi	1. Proses penguapan air dari tubuh-tubuh air, seperti laut.										

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		danan, dan awang yang diakibatkan oleh pemanasan sinar matahari. Air yang menguap akan naik ke langit dan menjadi awan.				
	2	Transpirasi Merupakan penguapan air dari permukaan tumbuhan. Tumbuhan melepaskan uap air ke atmosfer melalui stomata daunnya dan membantu meningkatkan kelembaban udara.				
	3	Kondensasi Pada tahap ini menampakkan perubahan wujud uap air menjadi titik-titik air di atmosfer, sehingga membentuk awan atau uap air yang naik ke atmosfer mengalami pendinginan dan berubah menjadi tetesan air kecil yang berkumpul membentuk awan. Proses ini terjadi karena pengaruh redupnya suhu udara pada ketinggian atmosfer tertentu.				
	4	Presipitasi Ketika butiran air dalam awan semakin besar dan berat, mereka jatuh ke permukaan.				

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		bumi dalam bentuk hujan, salju, atau hujan es, tergantung pada kondisi atmosfer.				
Mengkomunikasikan	30 Buatlah sebuah gambar yang mengkomunikasikan proses terjadinya daur nitrogen! Dan berikan penjelasan pada setiap tahap dalam daur nitrogen secara jelas dan terstruktur!	 <p>Daur nitrogen adalah proses alami yang mengubah nitrogen di atmosfer dan tanah menjadi bentuk-bentuk yang dapat digunakan oleh makhluk hidup. Berikut adalah tahap-tahapnya:</p> <ol style="list-style-type: none"> Fiksasi Nitrogen: Nitrogen gas (N_2) di atmosfer diubah menjadi amonium (NH_4^+) oleh bakteri pengikat nitrogen di akar tanaman yaitu <i>Rhizobium leguminosarum</i> dan <i>Azotobacteraceae</i> yang ada di akar tumbuhan kacang-kacangan. Nitrifikasi: Bakteri nitrifikasi mengubah amonium menjadi nitrit (NO_2^-), lalu menjadi nitrat (NO_3^-) yang dapat diserap oleh tanaman. Asimilasi: Tanaman menyerap nitrat dari tanah dan menggunakannya untuk sintesis protein dan senyawa penting lainnya. 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		4. Amonifikasi: Ketika makhluk hidup mati atau menghasilkan limbah, bakteri pengurai mengubah nitrogen organik menjadi amonium. 5. Denitrifikasi: Dalam kondisi anaerob, bakteri denitrifikasi mengubah nitrat kembali menjadi nitrogen gas (N_2), melepaskannya kembali ke atmosfer.				

Kesimpulan:

Instrumen bisa ditampal dengan menyertai foto hasil pertanyaan no 2, 4, 5, 6, 7, 13, 14, 16, 17, 27, 28, 29, 30

Singapura, 6 Maret 2025

Validator,

[Signature]
Peta. Paul. Adnyane

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	yang ditemukan di sawah? Tuliskan alasan yang digunakan dalam pengelompokan tersebut!	<p>- Padi → Termasuk produsen karena mampu menghasilkan makanan melalui fotosintesis</p> <p>- Tikus → Termasuk konsumen (herbivora) karena memakan padi sebagai sumber makanan</p> <p>2. Komponen Abiotik (Bukan Makhluk Hidup). Dalam ekosistem sawah, komponen abiotik meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Air → Dihubungkan oleh tanaman padi dan makhluk hidup lainnya untuk berfotosintesis dan berfotosintesis dalam proses biologis - Tanah → Media tempat hidupnya padi dan mikroorganisme, serta menjadi tempat hidup bagi banyak organisme dalam ekosistem sawah. - Cahaya Matahari → Sumber energi utama bagi padi dan tumbuhan lain untuk melakukan fotosintesis - Angin → Membantu dalam proses penyerbukan tanaman serta sirkulasi udara dalam ekosistem. <p>Alasan Pengelompokan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Komponen biotik dikelompokkan berdasarkan sifatnya sebagai makhluk hidup yang memiliki peran dalam rantai makanan (produksi, konsumsi, atau dekomposisi) - Komponen abiotik dikelompokkan karena merupakan faktor lingkungan yang tidak hidup tetapi mempengaruhi kelangsungan hidup makhluk hidup dalam ekosistem sawah. 				
	5. Pada ekosistem panti ditemukan pohon kelapa, keping, pasir, air laut, ikan.	Berikut adalah klasifikasi komponen yang ada pada ekosistem panti berdasarkan sifatnya:			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	rumpun laut, sinar matahari, dan burung camar. Buatlah klasifikasi apa yang ditemukan di pantai! Dan tuliskan alasan yang digunakan dalam pengelompokan tersebut!	<p>1. Komponen Biotik (Makhluk Hidup). Komponen biotik meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pohon kelapa → Termasuk produsen, karena dapat menghasilkan makanan melalui fotosintesis. - Rumpun laut → Termasuk produsen, karena berperan dalam menghasilkan oksigen dan makanan melalui fotosintesis. - Keping → Termasuk konsumen (omnivora), karena memakan organisme-organisme, tumbuhan laut, atau hewan kecil lainnya. - Ikan → Termasuk konsumen (herbivora/karnivora, atau omnivora), tergantung pada jenisnya, karena memakan plankton, rumpun laut, atau hewan kecil. - Burung camar → Termasuk konsumen (karnivora), karena memangsa ikan kecil dan hewan lain yang ada di pantai. <p>2. Komponen Abiotik (Bukan Makhluk Hidup). Komponen abiotik meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pasir → Menjadi habitat bagi berbagai organisme pantai seperti keping dan tempat tumbuh bagi beberapa tumbuhan pantai. - Air laut → Sumber kehidupan utama bagi makhluk hidup di pantai, termasuk ikan dan rumpun laut. - Sinar matahari → Mendukung proses fotosintesis bagi pohon kelapa dan rumpun laut serta mempengaruhi suhu ekosistem. <p>Alasan Pengelompokan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Komponen biotik dikelompokkan berdasarkan sifatnya sebagai makhluk hidup yang memiliki 				

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Menginterpretasi	6. Perhatikan gambar rantai makanan di bawah ini. Buatlah interpretasi dari gambar di atas!	<p>peran dalam rantai makanan (produksi, konsumsi, atau dekomposisi).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Komponen abiotik dikelompokkan karena merupakan faktor lingkungan yang tidak hidup tetapi sangat mempengaruhi kelangsungan hidup organisme dalam ekosistem panti. <p>Berdasarkan gambar rantai makanan tersebut dapat diinterpretasi sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Matahari berperan sebagai sumber energi utama bagi ekosistem. 2. Rumpun (produsen) menggunakan energi matahari untuk berfotosintesis dan tumbuh. 3. Belalang (konsumen pertama/herbivora) memakan rumpun untuk memperoleh energi. 4. Katak (konsumen kedua/karnivora tingkat pertama) memangsa belalang. 5. Ular (konsumen ketiga/karnivora tingkat kedua) memangsa katak. 6. Elang (konsumen puncak/karnivora tingkat tertinggi) memangsa ular. 7. Ketika elang atau organisme lain mati, jamur (dekomposer) akan menguraikan sisa makhluk hidup menjadi zat organik yang kembali ke tanah, membantu pertumbuhan rumpun. <p>Sehingga setiap makhluk hidup dalam rantai makanan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Jika salah satu makhluk dalam rantai makanan hilang, maka populasi lainnya bisa terganggu. Kemudian faktor abiotik seperti matahari dan air berperan penting dalam siklus energi dan kehidupan makhluk hidup di dalam rantai</p>				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	7. Perhatikan gambar piramida energi di bawah ini. Buatlah interpretasi dari gambar di atas!	<p>makanan. Serta air mendukung pertumbuhan rumpun, yang menjadi sumber makanan utama dalam ekosistem ini.</p> <p>Berdasarkan gambar tersebut piramida energi menunjukkan aliran energi dalam ekosistem, dengan energi terbesar di tingkat bawah (produsen) dan semakin berkurang ke tingkat atas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tingkat 1 (Produsen) Rumpun/pohon sebagai produsen utama yang menyerap energi matahari melalui fotosintesis. 2. Tingkat 2 (Konsumen Primer) Belalang, cacing, dan ikan merupakan herbivora yang memakan rumpun dan tanaman. 3. Tingkat 3 (Konsumen Sekunder) Katak dan ayam adalah karnivora atau omnivora yang memangsa konsumen primer. 4. Tingkat 4 (Konsumen Tersier) Elang dan ular adalah predator puncak yang memangsa konsumen sekunder. Sehingga energi yang tersedia di setiap tingkat trofik semakin berkurang sekitar 90% karena digunakan untuk aktivitas hidup (bernapas, bergerak, berkembang biak). Hanya sekitar 10% energi yang ditransfer ke tingkat trofik berikutnya. Dari 1000 kg rumpun, hanya 100 kg energi yang diterima oleh konsumen primer. Dari 100 kg konsumen primer, hanya 10 kg energi yang tersedia untuk konsumen sekunder. Serta dari 10 kg konsumen sekunder, hanya 1 kg energi yang tersisa untuk konsumen tertier. Jika jumlah produsen berkurang, maka konsumen di 			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Merasakan	8. Bagaimana perubahan suhu air akibat perubahan iklim dapat mempengaruhi populasi ikan dalam ekosistem perairan? Prediksikan dampak yang mungkin terjadi dan jelaskan!	Jika suhu air meningkat akibat perubahan iklim, populasi ikan dalam ekosistem perairan dapat mengalami berbagai dampak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Populasi ikan dapat menurun karena stres fisiologis, berkurangnya oksigen, gangguan reproduksi, peningkatan penyakit serta perubahan dalam dinamika ekosistem. Beberapa spesies mungkin bermigrasi ke daerah yang lebih sejuk, sementara yang lain mungkin mengalami kepunahan total jika tidak dapat beradaptasi dengan perubahan suhu. Selain itu, perubahan suhu terus berlanjut tanpa adanya adaptasi atau mitigasi, populasi ikan di ekosistem perairan kemungkinan besar akan mengalami penurunan drastis, yang juga dapat berdampak pada keseimbangan ekosistem dan ketahanan pangan manusia yang bergantung pada perikanan.				✓
Merencanakan	9. Penebangan liar untuk tambah uang telah menyebabkan degradasi ekosistem hutan mangrove di sebuah kawasan pesisir. Kerusakan ini berdampak pada berkurangnya habitat bagi berbagai organisme, termasuk biota laut yang bergantung pada mangrove. Jelaskan bagaimana langkah-langkah yang dapat membantu memulihkan	Untuk memulihkan keseimbangan ekosistem hutan mangrove yang mengalami degradasi akibat penebangan liar untuk tambak udang, diperlukan rencana pemulihatan yang sistematis dan dapat diimplementasikan dengan baik. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan: 1. Identifikasi Kerusakan: - Melakukan survei lapangan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan hutan mangrove. - Mengumpulkan data tentang dampak terhadap biota laut dan lingkungan sekitar. 2. Penyusunan Kebijakan: - Menetapkan kawasan konservasi mangrove yang tidak boleh ditebang.			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	Keseimbangan ekosistem tersebut	3. Rehabilitasi dan Reboisasi Mangrove - Menanam kembali pohon mangrove dengan memilih spesies asli yang sesuai dengan kondisi lingkungan. - Melakukan pemantauan pertumbuhan mangrove secara berkala. 4. Edukasi dan Pemberdayaan Masyarakat - Memberikan penyuluhan kepada masyarakat dan peternak udang tentang pentingnya ekosistem mangrove. - Mendukung masyarakat untuk berpartisipasi dalam program konservasi. 5. Pengawasan dan Evaluasi Berkala - Melakukan patroli rutin untuk mencegah penebangan liar kembali terjadi.				
	10. Pada lahan basah mengalami penurunan kualitas air karena pencemaran limbah domestik. Hal ini berdampak pada penurunan populasi organisme biotik seperti ikan dan tumbuhan air, serta perubahan sifat abiotik seperti pH dan kadar oksigen. Jelaskan bagaimana solusi untuk mengatasi pencemaran dan memulihkan keseimbangan ekosistem.	Solusi untuk mengatasi pencemaran dan memulihkan keseimbangan ekosistem: 1. Pengolahan Limbah, dengan membangun instalasi pengolahan limbah domestik untuk mencegah pencemaran langsung ke lahan basah. 2. Memanfaatkan kembali limbah air yang berfungsi sebagai penyiraman atau dan habitat biota. 3. Mengedukasi masyarakat untuk mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dan membuang limbah dengan benar.			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Menerapkan	11. Dora dan Adit melakukan pengamatan di taman kota dan menemukan burung, semut, cacing, rumput, ulat, belalang, dan pohon mangga. Berdasarkan pengamatan tersebut, buatlah rantai makanan yang menunjukkan hubungan antarorganisme dalam ekosistem taman kota tersebut!	Berdasarkan komponen ekosistem yang ditemukan (burung, semut, cacing, rumput, ulat, belalang, dan pohon mangga), beberapa rantai makanan yang bisa terbentuk adalah: 1. Rantai makanan yang melibatkan produsen (pohon mangga) dan menjadi sumber energi bagi herbivora: - Belalang sebagai konsumen pertama (herbivora) memakan rumput. - Burung sebagai konsumen kedua (karnivora) memakan belalang. - Ular sebagai konsumen ketiga (karnivora tingkat tinggi) memakan burung. 2. Rantai makanan yang melibatkan produsen (pohon mangga) dan melibatkan organisme yang memakan detritus: - Pohon mangga sebagai produsen menghasilkan daun dan buah yang dapat dimakan oleh semut. - Semut sebagai konsumen pertama mengonsumsi bagian pohon atau sisa makanan dari pohon. - Burung sebagai konsumen kedua memakan semut. - Ular sebagai konsumen ketiga memakan burung. 3. Rantai makanan yang melibatkan produsen (pohon mangga) dan melibatkan organisme yang memakan detritus: - Pohon mangga sebagai produsen menghasilkan daun dan buah yang dapat dimakan oleh cacing yang bertindak sebagai konsumen pertama (detritivor). - Burung pemakan cacing menjadi konsumen kedua. - Ular sebagai konsumen ketiga memakan burung pemakan cacing.				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	12. Siswa kelas X Karya Wisata sedang melakukan pengamatan di taman sekolah dan menemukan tanaman bunga, semut, rumput, kupu-kupu, cacing, cahaya matahari, dan batu. Berdasarkan hasil pengamatan kelompok yang termasuk komponen biotik dan abiotik? Jelaskan bagaimana salah satu komponen abiotik dapat memengaruhi keberlangsungan hidup komponen biotik di taman tersebut!	Dalam pengamatan yang dilakukan oleh siswa kelas X Karya Wisata di taman sekolah, terdapat berbagai komponen ekosistem yang dapat dikelompokkan menjadi komponen biotik dan komponen abiotik. 1. Pengelompokan Komponen Ekosistem i. Komponen Biotik (Makhluk Hidup): - Tanaman bunga (sebagai produsen) - Rumput (sebagai produsen) - Semut (sebagai konsumen) - Kupu-kupu (sebagai konsumen) - Cacing (sebagai detritivor/pemakan bangkai) ii. Komponen Abiotik (Tidak Hidup): - Cahaya matahari - Batu 2. Pengaruh Komponen Abiotik terhadap Komponen Biotik Salah satu komponen abiotik yang sangat berpengaruh dalam ekosistem taman adalah cahaya matahari. Pengaruhnya terhadap komponen biotik antara lain: - Cahaya matahari digunakan oleh tanaman bunga dan rumput untuk melakukan fotosintesis. Proses ini menghasilkan oksigen dan makanan dalam bentuk glukosa yang diperlukan oleh organisme lain dalam ekosistem. - Cahaya matahari membantu menjaga suhu udara dan tanah agar sesuai bagi kelangsungan hidup semut, kupu-kupu, dan cacing. - Cahaya matahari mempengaruhi warna dan pertumbuhan bunga sehingga menarik kupu-kupu untuk melakukan penyerbukan, yang membantu reproduksi tanaman. - Mendukung aktivitas hewan, dimana semut dan kupu-kupu lebih aktif mencari makan di bawah sinar matahari karena suhu yang lebih hangat. Sehingga jika terjadi			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian															
			1	2	3	4												
Menghemer katikan	13. Pada suatu ekosistem ditemukan rumput, pohon, kupu-kupu, belalang, rusa, elang, ular, cubaya matahari, air, dan tanah. Buatlah tabel yang berisi komponen ekosistem, peranan dan hubungan antar komponen tersebut!	<p>perubahan dalam komponen abiotik seperti kurangnya cahaya matahari, maka pertumbuhan tanaman bisa terhambat yang kemudian akan memengaruhi seluruh rantai makanan dalam ekosistem taman.</p> <p>Berikut adalah hubungan antar komponen ekosistem dalam gambar.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Komponen Ekosistem</th> <th>Peran dalam Ekosistem</th> <th>Hubungan dengan Komponen Lain</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tumbuhan (Rumput, Pohon, Tanaman) termasuk Biotik (Produsen)</td> <td>Menghasilkan energi melalui fotosintesis</td> <td>Menyediakan makanan bagi herbivora (dat oksigen bagi makhluk hidup lainnya)</td> </tr> <tr> <td>Hewan (Herbivora: Belalang, Kupu-kupu, Rusa) termasuk Biotik (Konsumen I)</td> <td>Memakan tumbuhan untuk mendapatkan energi</td> <td>Dimangsa oleh karnivora dan membantu penyebaran biji</td> </tr> <tr> <td>Hewan (Karnivora: ular, Elang) termasuk Biotik (Konsumen 2 & 3)</td> <td>Memakan herbivora dan menjaga keseimbangan populasi</td> <td>Bergantung pada herbivora sebagai sumber makanan</td> </tr> </tbody> </table>	Komponen Ekosistem	Peran dalam Ekosistem	Hubungan dengan Komponen Lain	Tumbuhan (Rumput, Pohon, Tanaman) termasuk Biotik (Produsen)	Menghasilkan energi melalui fotosintesis	Menyediakan makanan bagi herbivora (dat oksigen bagi makhluk hidup lainnya)	Hewan (Herbivora: Belalang, Kupu-kupu, Rusa) termasuk Biotik (Konsumen I)	Memakan tumbuhan untuk mendapatkan energi	Dimangsa oleh karnivora dan membantu penyebaran biji	Hewan (Karnivora: ular, Elang) termasuk Biotik (Konsumen 2 & 3)	Memakan herbivora dan menjaga keseimbangan populasi	Bergantung pada herbivora sebagai sumber makanan			✓	
Komponen Ekosistem	Peran dalam Ekosistem	Hubungan dengan Komponen Lain																
Tumbuhan (Rumput, Pohon, Tanaman) termasuk Biotik (Produsen)	Menghasilkan energi melalui fotosintesis	Menyediakan makanan bagi herbivora (dat oksigen bagi makhluk hidup lainnya)																
Hewan (Herbivora: Belalang, Kupu-kupu, Rusa) termasuk Biotik (Konsumen I)	Memakan tumbuhan untuk mendapatkan energi	Dimangsa oleh karnivora dan membantu penyebaran biji																
Hewan (Karnivora: ular, Elang) termasuk Biotik (Konsumen 2 & 3)	Memakan herbivora dan menjaga keseimbangan populasi	Bergantung pada herbivora sebagai sumber makanan																

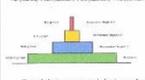
Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian									
			1	2	3	4						
Mengklasifikasi	14. Berikut merupakan contoh rantai makanan: 1. Kayu lapuk → Jamur → Ayam → Elang 2. Rumput → Belalang → Kadal → Elang Klasifikasikan kedua rantai makanan tersebut berdasarkan jenisnya! Berilah alasan dari pengelompokan tersebut.	<p>Cahaya Matahari (Abiotik) Sumber energi utama bagi ekosistem</p> <p>Air (Abiotik) Menyajikan kelengkapan semua makhluk hidup</p> <p>Tanah (Abiotik) Media tumbuh bagi tanaman dan sumber nutrisi</p> <p>Digunakan oleh tumbuhan dalam fotosintesis</p> <p>Dibutuhkan oleh tumbuhan dan hewan untuk bertahan hidup</p> <p>Meyakinkan unsur hara bagi produsen</p> <p>Berdasarkan contoh rantai makanan yang diberikan, klasifikasinya adalah sebagai berikut:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rantai Makanan</th> <th>Jenis Rantai Makanan</th> <th>Alasan Pengelompokan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kayu lapuk → Jamur → Ayam → Elang</td> <td>ke rantai makanan saprofit</td> <td>Rantai makanan ini termasuk ke rantai makanan saprofit, karena rantai makanan saprofit adalah rantai makanan yang dimulai dari penguraian jasad mati makhluk hidup dari organisme saprofit yang mampu mengura sisa-sisa organisme yang telah</td> </tr> </tbody> </table>	Rantai Makanan	Jenis Rantai Makanan	Alasan Pengelompokan	Kayu lapuk → Jamur → Ayam → Elang	ke rantai makanan saprofit	Rantai makanan ini termasuk ke rantai makanan saprofit, karena rantai makanan saprofit adalah rantai makanan yang dimulai dari penguraian jasad mati makhluk hidup dari organisme saprofit yang mampu mengura sisa-sisa organisme yang telah			✓	
Rantai Makanan	Jenis Rantai Makanan	Alasan Pengelompokan										
Kayu lapuk → Jamur → Ayam → Elang	ke rantai makanan saprofit	Rantai makanan ini termasuk ke rantai makanan saprofit, karena rantai makanan saprofit adalah rantai makanan yang dimulai dari penguraian jasad mati makhluk hidup dari organisme saprofit yang mampu mengura sisa-sisa organisme yang telah										

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Mengklasifikasi	15. Pada ekosistem kebun terdapat berbagai jenis hewan, di antaranya: 1. Laba-laba 2. Mamalia karnivora 3. Ulat pemakan daun 4. Kumbang 5. Manula penakan serangga Klasifikasikan makhluk hidup tersebut berdasarkan perannya dalam rantai makanan sebagai produsen, konsumen tingkat pertama, konsumen tingkat kedua, atau konsumen tingkat ketiga.	<p>matu seperti bakteri, jamur, dan lumut kerak. Jamur berperan sebagai saprofit (organisme pengurai) yang memperoleh energi dengan menguraikan bahan organik dari kayu lapuk. Ayam memakan jamur, sehingga energi dari kayu lapuk berpindah ke ayam. Dan elang sebagai predator puncak mendapatkan energi dengan menangsa kadal.</p> <p>Rumput → Belalang → Kadal → Elang</p> <p>Rantai makanan ini termasuk ke jenis rantai makanan perumput, karena rantai ini dimulai dari produsen, yaitu rumput yang masih hidup. Kemudian belalang sebagai herbivora (konsumen pertama)</p>			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian												
			1	2	3	4									
Mengklasifikasi	15. Pada ekosistem kebun terdapat berbagai jenis hewan, di antaranya: 1. Laba-laba 2. Mamalia karnivora 3. Ulat pemakan daun 4. Kumbang 5. Manula penakan serangga Klasifikasikan makhluk hidup tersebut berdasarkan perannya dalam rantai makanan sebagai produsen, konsumen tingkat pertama, konsumen tingkat kedua, atau konsumen tingkat ketiga.	<p>Dalam ekosistem kebun, makhluk hidup dapat diklasifikasikan berdasarkan perannya dalam rantai makanan sebagai produsen, konsumen tingkat pertama, konsumen tingkat kedua, atau konsumen tingkat ketiga. Berikut adalah klasifikasinya.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Makhluk Hidup</th> <th>Peran dalam Rantai Makanan</th> <th>Alasan Pengelompokan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ulat pemakan daun</td> <td>Konsumen tingkat pertama (herbivora)</td> <td>Ulat memakan bagian tanaman yang merupakan produsen</td> </tr> <tr> <td>Kumbang</td> <td>Konsumen tingkat pertama</td> <td>Berbagai jenis kumbang</td> </tr> </tbody> </table>	Makhluk Hidup	Peran dalam Rantai Makanan	Alasan Pengelompokan	Ulat pemakan daun	Konsumen tingkat pertama (herbivora)	Ulat memakan bagian tanaman yang merupakan produsen	Kumbang	Konsumen tingkat pertama	Berbagai jenis kumbang			✓	
Makhluk Hidup	Peran dalam Rantai Makanan	Alasan Pengelompokan													
Ulat pemakan daun	Konsumen tingkat pertama (herbivora)	Ulat memakan bagian tanaman yang merupakan produsen													
Kumbang	Konsumen tingkat pertama	Berbagai jenis kumbang													

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	tinggi, rendah atau pengelompokan tersebut?	<p>(herbivora/detritivor)</p> <p>makan tanaman atau bahan organik yang membusuk.</p> <p>Laba-laba memangsa serangga seperti kumbang atau ulat</p> <p>Mamalia pemakan serangga</p> <p>Mamalia pemakan kumbang dan ulat</p> <p>Mamalia karnivora</p> <p>Mamalia karnivora memangsa hewan lain, termasuk mamalia pemakan serangga atau laba-laba</p>				
Menginterpretasi	16. Perhatikan gambar jaringan makanan di bawah ini!	Jaring-jaring makanan menunjukkan adanya berbagai tingkat trofik, dari produsen hingga konsumen tingkat tinggi, yang memerlukan keberagaman ekosistem.				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	 <p>Buatlah interpretasi dari gambar di atas!</p>	<p>Rumput sebagai produsen utama menyediakan energi bagi herbivora seperti kelinci dan burung pemakan biji</p> <p>Tanaman ini menjadi dasar rantai makanan, karena tanpa produsen, konsumen primer dan sekunder tidak dapat bertahan.</p> <p>Interaksi Antara Konsumen Primer, Sekunder, dan Tersier</p> <ul style="list-style-type: none"> Kelinci, tikus, burung pemakan biji, dan serangga adalah konsumen primer yang memakan tumbuhan atau biji-bijian. Burung pemakan serangga, katai, laba-laba, dan serangga predator adalah konsumen sekunder, yang memangsa serangga atau hewan kecil lainnya. Ular mabit, dan burung elang adalah konsumen tersier atau puncak, yang memangsa konsumen sekunder. <p>Jika salah satu organisme berkurang, maka organisme yang bergantung padanya juga akan terdampak. Misalnya, jika tikus berkurang, predatornya seperti ular dan burung elang akan kehilangan sumber makanan. Sebaliknya, jika predator seperti burung elang berkurang, populasi tikus dan kelinci bisa meningkat drastis, yang bisa menyebabkan kerusakan pada ekosistem akibat eksploitasi sumber daya (tumbuhan atau tanaman).</p>				
Menginterpretasi	17. Perhatikan gambar piramida biomassa di bawah ini!	Berdasarkan gambar tersebut biomassa menurun pada setiap tingkat trofik. Dari produsen ke konsumen tingkat tertinggi, terjadi penurunan drastis dalam jumlah biomassa. Ini menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil energi yang tersedia di tingkat trofik sebelumnya yang ditransfer ke tingkat berikutnya. Sesuai dengan hukum 10% dalam ekologi.				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	 <p>Buatlah interpretasi dari gambar di atas!</p>	<p>hanya sekitar 10% energi yang ditransferkan dari satu tingkat trofik ke tingkat berikutnya, sementara sisanya digunakan untuk aktivitas hidup atau hilang sebagai panas. Misalnya, tikus hanya memperoleh 10% energi dari padi, dan seterusnya. Jika jumlah tikus menurun drastis, maka ulat dan elang akan kehilangan sumber makanan dan populasinya juga bisa menurun. Jika jumlah tikus meningkat berlebihan, akibat kurangnya pemangsa seperti ulat dan elang, maka tanaman padi bisa habis, yang akan mengganggu keseimbangan ekosistem. Jika jumlah elang berkurang, maka populasi ulat bisa meningkat, yang bisa mengganggu kestabilan populasi tikus.</p>				
Meramalkan	18. Selama beberapa tahun terakhir, paking rumput mengalami kekurangan parah, menyebabkan tumbuhan sebagai sumber makanan utama bagi herbivora seperti rusa, kelinci, dan zebra mulai tumbuh dan banyak yang mati. Akibatnya, jumlah produsen di ekosistem tersebut menurun drastis. Berdasarkan kondisi tersebut, buatlah prediksi mengenai perubahan populasi hewan-hewan tersebut serta jelaskan alasannya!	<p>Kekurangan parah di pading rumput menyebabkan berkurangnya tumbuhan sebagai sumber makanan utama bagi hewan-hewan herbivora seperti rusa, kelinci, dan zebra. Akibatnya, populasi hewan-hewan herbivora di ekosistem tersebut diprediksi akan menurun.</p> <p>Alasannya:</p> <ol style="list-style-type: none"> Ketersediaan makanan berkurang → Dengan menurunnya jumlah tumbuhan, herbivora akan kesulitan mendapatkan makanan yang cukup untuk bertahan hidup. Persaingan meningkat → Karena sumber makanan terbatas, hewan-hewan herbivora akan bersaing ketat untuk memperoleh makanan, yang dapat menyebabkan kelaparan bagi sebagian individu. Penurunan tingkat reproduksi → Kekurangan makanan dapat menyebabkan penurunan kesehatan 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		<p>herbivora, yang berdampak pada berkurangnya tingkat kelahiran dan meningkatnya angka kematian.</p> <p>1. Migitri atau kepomah labah → Beberapa hewan mungkin bermigrasi ke daerah lain yang lebih subur untuk mencari makanan, sedangkan yang tidak mampu beradaptasi bisa mengalami kematian.</p> <p>Jika kekurangan terus berlanjut, keseimbangan ekosistem akan terganggu, tidak hanya bagi herbivora tetapi juga bagi predator yang bergantung pada mereka sebagai sumber makanan.</p>				
Meramalkan	19. Bagaimana dampak penebangan pohon secara besar-besaran di hutan tropis akan berdampak signifikan pada produsen (tanaman) dan konsumen tingkat pertama (herbivora) dalam ekosistem tersebut. Adapun Prediksi Dampak pada Produsen (Tanaman):	<p>1. Berkurangnya tanaman yang bergantung pada pasangan → Tanaman besar yang biasa tumbuh di bawah pohon besar akan kehilangan perlindungan dari serangan cahaya matahari yang berlebihan, sehingga beberapa jenis tanaman yang tidak tahan terhadap sinar matahari langsung dapat mengalami stres atau mati.</p> <p>2. Penurunan kelainahan dan keanekaragaman → Pohon berperan dalam menjaga kelembaban tanah dengan menahan air hujan dan mencegah erosi. Jika pohon ditebang, tanah akan menjadi lebih kering, dan kemampuan tanah di dalamnya akan berkurang, menyebabkan kesulitan bagi tanaman kecil untuk tumbuh.</p>				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		<p>3. Gangguan dalam proses fotosintesis → Beberapa tanaman mungkin tidak mendapatkan cukup cahaya untuk melakukan fotosintesis secara optimal, sehingga pertumbuhan mereka terhambat dan produktivitas ekosistem menurun.</p> <p>Praktisi Dampak pada Konsumen Tingkat Pertama (Herbivora)</p> <ol style="list-style-type: none"> Berkurangnya sumber makanan → Danya mengurangi populasi produsen, herbivora seperti rusa, monyet, dan serangga akan kekurangan makanan, sehingga populasi mereka juga akan berkurang akibat kelaparan. Peningkatan persaingan antar herbivora → Karena makanan menjadi langka, herbivora akan bersaing lebih ketat untuk mendapatkan sumber makanan yang tersedia. Hal ini bisa menyebabkan beberapa spesies berpindah ke habitat lain atau mengalami penurunan populasi. Migrasi atau kepunahan lokal → Jika sumber makanan tidak mencukupi, beberapa herbivora mungkin bermigrasi ke wilayah lain untuk mencari makanan, sedangkan spesies yang tidak bisa beradaptasi dengan perubahan lingkungan dapat mengalami penurunan jumlah hingga kepunahan lokal. 				✓
Merencanakan	20. Bagaimana langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk memantau peningkatan	Untuk mengatasi peningkatan populasi tikus di ekosistem sawah akibat berkurangnya jumlah ulat karena perubahan larva diperlukan solusi yang efektif dan berkelanjutan guna				

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		<p>menjaga keseimbangan ekosistem. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Melindungi dan meningkatkan populasi ulat sebagai predator alami tikus dengan mengurangi penggunaan pestisida kimia serta menerapkan regulasi perlindungan terhadap ulat di lingkungan sawah. Menggunakan pola tanam yang seimbang seperti merotasi tanaman pengasir tikus (misalnya terasi atau mint) di sekitar sawah untuk mengurangi keberadaan tikus. Menggunakan perangkap tikus secara selektif untuk mengurangi jumlahnya tanpa merusak ekosistem. Menghindari penggunaan racun kimia berlebihan karena dapat berdampak negatif pada ekosistem sawah, termasuk membahayakan predator alami dan merusak lingkungan. Meningkatkan kesadaran petani mengenai pentingnya peran ulat dan predator alami dalam ekosistem, sehingga mereka tidak lagi berburu ulat secara berlebihan. Mendukung kebijakan agraris petani dan pemerintah dalam menerapkan kebijakan pengendalian hama yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. 				
Mencerapkan	21. Berdaurkan ekosistem sawah yang terdiri dari makluk hidup seperti padi, tikus, ulat, dan burung cendek, menjadi rantai makanan yang sesuai. Kemudian, terangkan pemahaman Anda dengan menjelaskan peran masing-	Adapun rantai makanan dari ekosistem sawah yaitu: Padi → Tikus → Ular → Burung cendek. Selanjut peran masing-masing komponen rantai makanan sebagai berikut: 1. Padi (Produsen) → Sebagai produsen, padi berperan dalam menghasilkan energi melalui proses fotosintesis. Energi yang dihasilkan ini akan diteruskan ke tingkat trofik berikutnya dalam rantai makanan.				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian												
			1	2	3	4									
	masing organisme dalam rantai makanan tersebut!	<ol style="list-style-type: none"> Tikus (Konsumen Primer/Herbivora) → Tikus berperan sebagai konsumen tingkat pertama yang memakan padi. Tikus memperoleh energi dari padi dan menjadi sumber makanan bagi predatornya, yaitu ular. Ular (Konsumen Sekunder/Karnivora) → Ular berperan sebagai konsumen tingkat kedua yang memangsa tikus. Ular membantu mengontrol populasi tikus agar tidak berkembang secara berlebihan, sehingga keseimbangan ekosistem sawah tetap terjaga. Burung Elang (Konsumen Tersier/Karnivora Puncak) → Burung elang merupakan predator puncak dalam rantai makanan ini. Elang memangsa ular, menjaga keseimbangan populasi ular agar tidak berlebihan. 													
Mengkomunikasikan	22. Perhatikan gambar piramida makanan berikut!  Buatlah sebuah tabel yang mengkomunikasikan informasi	<p>Piramida makanan menggambarkan hubungan aliran energi antara organisme dalam suatu ekosistem, berikut ini tabel yang mengkomunikasikan informasi mengenai piramida makanan berdasarkan tingkatan trofik dalam ekosistem.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tingkat trofik</th> <th>Organisme</th> <th>Peran dalam Ekosistem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trofik (Produsen)</td> <td>1. Tanaman, Rumput</td> <td>Menghasilkan energi melalui fotosintesis dan menjadi sumber makanan bagi konsumen primer.</td> </tr> <tr> <td>Trofik (Konsumen primer)</td> <td>2. Tikus, Belalang, Cacing</td> <td>Memakan produsen (tanaman/rumput) untuk mendapatkan energi dan menjadi</td> </tr> </tbody> </table>	Tingkat trofik	Organisme	Peran dalam Ekosistem	Trofik (Produsen)	1. Tanaman, Rumput	Menghasilkan energi melalui fotosintesis dan menjadi sumber makanan bagi konsumen primer.	Trofik (Konsumen primer)	2. Tikus, Belalang, Cacing	Memakan produsen (tanaman/rumput) untuk mendapatkan energi dan menjadi				✓
Tingkat trofik	Organisme	Peran dalam Ekosistem													
Trofik (Produsen)	1. Tanaman, Rumput	Menghasilkan energi melalui fotosintesis dan menjadi sumber makanan bagi konsumen primer.													
Trofik (Konsumen primer)	2. Tikus, Belalang, Cacing	Memakan produsen (tanaman/rumput) untuk mendapatkan energi dan menjadi													

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	mengenai peranan setiap organisme pada setiap tingkat trofik dalam ekosistem!	<p>Trofik (Konsumen sekunder) 3 Ayam, Katak</p> <p>Trofik (Konsumen tertier) 4 Ular, Elang</p>				
Menginterpretasi	23. Perhatikan gambar siklus karbon di bawah ini!	<p>makanan bagi konsumen sekunder</p> <p>Memangsa konsumen primer seperti belalang dan cacing, serta menjadi makanan bagi predator di tingkat lebih tinggi.</p> <p>Predator puncak dalam rantai makanan yang memangsa konsumen sekunder seperti ayam dan katak, membantu menjaga keseimbangan populasi dalam ekosistem.</p> <p>Sehingga energi dalam ekosistem mengalir dari produsen ke tingkat trofik yang lebih tinggi. Dari semakin tinggi tingkat trofik, jumlah energi yang tersedia semakin sedikit karena sebagian besar energi digunakan oleh organisme untuk aktivitas hidup dan sebagian hilang sebagai panas.</p> <p>Siklus karbon adalah proses alami yang mengatur pertukaran karbon di antara atmosfer, biosfer (makhluk hidup), geosfer (tanah dan batuan), dan hidrosfer (udara, Karbon bergerak melalui berbagai proses yang saling</p>				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	 <p>Buatlah interpretasi berdasarkan gambar di atas!</p>	<p>berhubungan dalam suatu sistem yang berkelanjutan. Berikut adalah tahapan dalam siklus karbon.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tumbuhan hijau menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer melalui stomata dan Dengan bantuan energi matahari dan air, tumbuhan mengubah CO₂ menjadi glukosa (C₆H₁₂O₆) melalui proses fotosintesis. Oksigen (O₂) dilepaskan sebagai hasil sampingan ke atmosfer. 2. Hewan herbivora memakan tumbuhan, menyerap karbon yang terdapat dalam jaringan tanaman. Karnivora kemudian memangsa herbivora, sehingga karbon berpindah ke tingkat trofik yang lebih tinggi dalam rantai makanan. 3. Hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme menggunakan oksigen untuk memecah glukosa menjadi energi. Dalam proses ini, karbon dioksida (CO₂) dihasilkan dan dilepaskan kembali ke atmosfer melalui pernapasan. 4. Saat tumbuhan dan hewan mati, sisa-sisa organik mereka diurai oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Proses penguraian ini menghasilkan karbon dalam bentuk CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer atau senyawa organik yang tersimpan dalam tanah. 5. Sebagian besar organisme yang mati tidak langsung terurai, melainkan tertimbun dalam tanah selama jutaan tahun. Tekanan dan panas tinggi mengubah sisa-sisa organik menjadi bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. 				

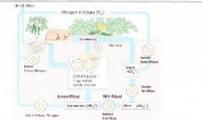
Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Menginterpretasi	24. Interpretasikan informasi ketersediaan gas nitrogen (N ₂) di udara dan bagaimana organisme dapat memanfaatkannya. Gunakan data atau fakta yang relevan untuk menginterpretasikannya.	<p>Interpretasi dan penjelasan pemanfaatan gas nitrogen (N₂) oleh organisme sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nitrogen (N₂) merupakan gas yang paling melimpah di atmosfer, mencapai 78% dari udara yang kita hirup. • Beberapa mikroorganisme tertentu, seperti bakteri Rhizobium (hidup bersimbiosis dengan akar tanaman polong-polongan) dan Azotobacter (hidup bebas di tanah), memiliki enzim nitrogenase yang mampu memecah ikatan kuat dalam N₂ dan mengubahnya menjadi senyawa nitrogen yang lebih reaktif. Proses ini disebut fiksasi nitrogen, di mana gas N₂ dikonversi menjadi amonia (NH₃), yang kemudian dapat digunakan oleh tanaman. • Tanaman kemudian menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO₃⁻) atau amonium (NH₄⁺) untuk pertumbuhan dan perkembangan. Ketersediaan nitrogen mempengaruhi pertumbuhan atau lewatan yang subur mengandung nitrogen. • Siklus nitrogen menjaga keseimbangan ketersediaan nitrogen di lingkungan, memastikan bahwa organisme dapat memperoleh nitrogen secara tidak langsung melalui rantai makanan. 			✓	
Memahami	25. Bagaimana dampak yang akan terjadi pada kadar oksigen di udara jika jumlah pohon di	<p>Adapun prediksi yang akan terjadi akibat deforestasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penurunan Produk Oksigen Pohon dan tumbuhan hijau berperan dalam menghasilkan oksigen (O₂). 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	<p>hutan menurun akibat deforestasi? Buatlah prediksi berdasarkan hubungan antara proses fotosintesis dan kadar oksigen di atmosfer!</p>	<p>melaui proses fotosintesis. Jika jumlah pohon di hutan berkurang akibat deforestasi, maka produksi oksigen juga akan mengalami penurunan. Hal ini menyebabkan penurunan kadar oksigen di atmosfer, terutama di daerah yang mengalami deforestasi besar-besaran.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Peningkatan Karbon Dioksida Selain menghasilkan oksigen, pohon juga menyerap karbon dioksida (CO₂) selama fotosintesis. Dengan berkurangnya jumlah pohon, penyerapan CO₂ menjadi lebih sedikit, sehingga kadar CO₂ di udara meningkat. Peningkatan CO₂ dapat mempercepat pemanasan global dan perubahan iklim, yang secara tidak langsung mempengaruhi kualitas udara dan keseimbangan ekosistem. 3. Gangguan terhadap Makhluk Hidup: Oksigen sangat penting bagi respirasi makhluk hidup seperti manusia dan hewan. Jika kadar oksigen di udara terus menurun, maka dapat menyebabkan gangguan pernapasan, terutama di daerah perkotaan yang sudah memiliki kualitas udara rendah. Beberapa organisme yang sangat bergantung pada kadar oksigen tertentu juga bisa mengalami penurunan populasi akibat perubahan lingkungan ini. 				
Memahami	26. Bagaimana dampak yang akan terjadi pada pertumbuhan tanaman jika tanah mengalami kekurangan nitrogen? Buatlah prediksi berdasarkan peran	<p>Adapun prediksi yang akan terjadi pada pertumbuhan tanaman jika tanah mengalami kekurangan nitrogen.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pertumbuhan tanaman lambat Nitrogen (N) adalah unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman untuk pembentukan asam, amino, protein, klorofil, dan enzim. Jika tanah kekurangan nitrogen, tanaman akan 				✓

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
	<p>nitrogen dalam proses pertumbuhan tanaman!</p>	<p>mengalami hambatan pertumbuhan, karena nitrogen berperan penting dalam pembelahan dan pembesaran sel.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Daun Menjadi Kuning (Klorosis): Nitrogen diperlukan dalam pembentukan klorofil, pigmen hijau yang membantu tanaman melakukan fotosintesis. Jika tanaman kekurangan nitrogen, daun akan berubah menjadi kuning (klorosis), terutama pada daun yang lebih tua, karena tanaman akan mengalihkan nitrogen yang tersedia ke daun muda. 3. Penurunan Produk dan Hasil Panen: Tanaman yang mengalami kekurangan nitrogen tidak dapat berfotosintesis secara optimal, sehingga pertumbuhan lambat dan ukuran tanaman lebih kecil dari biasanya. Produktivitas tanaman menurun, menghasilkan buah atau biji yang lebih sedikit dan lebih kecil. Pada tanaman pangan seperti padi dan jagung, hal ini dapat menyebabkan penurunan hasil panen secara drastis. 				
Memahami	27. Peristiwa hujan asam dapat mempengaruhi daur karbon dalam suatu ekosistem dan mengganggu keseimbangan biogeokimia. Jelaskan bagaimana peningkatan kadar karbon dioksida di atmosfer dapat menyebabkan perubahan pada daur karbon!	<p>Peningkatan kadar karbon dioksida (CO₂) di atmosfer dapat mempercepat efek rumah kaca, sehingga menyebabkan pemanasan global. Pemanasan ini meningkatkan laju penguraian bahan organik oleh mikroorganisme, sehingga lebih banyak CO₂ dilepaskan ke atmosfer. CO₂ berlebih dapat larut dalam air hujan, membentuk asam karbonat yang menyebabkan hujan asam. Hujan asam mengganggu siklus karbon dengan merusak tumbuhan (penghambatan fotosintesis) dan mengubah pH tanah serta perairan, yang mempengaruhi organisme dan penyimpanan karbon di ekosistem tersebut. Hujan asam merusak daun tanaman, menghambat fotosintesis, sehingga mengurangi jumlah</p>			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian									
			1	2	3	4						
Merencanakan	28 Suatu kelompok peneliti ditugaskan untuk merencanakan pengelolaan ekosistem hutan tropis agar keberlanjutan siklus karbon dan nitrogen tetap terjaga. Pada perencanaan tersebut, seluruh kelompok harus menuliskan langkah-langkah yang dapat digunakan untuk mencegah gangguan yang merusak keseimbangan kedua siklus tersebut. Jelaskan apa saja langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalkan gangguan terhadap siklus tersebut?	<p>karbon yang diserap dari atmosfer. Kerusakan pada hutan akibat hujan asam juga mengurangi jumlah pohon yang berperan dalam menyerap karbon, mempertahankan ketidakseimbangan karbon di atmosfer.</p> <p>Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalkan gangguan terhadap siklus karbon dan nitrogen dalam ekosistem hutan tropis yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reboisasi dan konservasi hutan untuk memastikan penyerapan karbon yang optimal oleh pohon dan mengurangi deforestasi. 2. Pengurangan pembakaran hutan yang dapat mengurangi emisi karbon ke atmosfer. 3. Pengelolaan limbah dan pengendalian polusi untuk menghindari pencemaran yang dapat merusak siklus nitrogen. 4. Peningkatan kesadaran masyarakat akan edukasi tentang pentingnya menjaga keberlanjutan ekosistem hutan tropis. 			✓							
Mengkomunikasikan	29 Buatlah sebuah tabel yang berisi tentang tahapan dan penjelasan mengenai siklus air secara jelas dan terstruktur!	<p>Daur air merupakan suatu proses perputaran air yang terjadi di alam secara berulang-ulang dan teratur dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi. Berikut adalah tabel yang mengkomunikasikan proses terjadinya siklus air (secara jelas dan terstruktur).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Tahap</th> <th>Penjelasan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Evaporasi</td> <td>1. Proses penguapan air dari tubuh-tubuh air, seperti laut.</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Tahap	Penjelasan	1	Evaporasi	1. Proses penguapan air dari tubuh-tubuh air, seperti laut.				✓
No.	Tahap	Penjelasan										
1	Evaporasi	1. Proses penguapan air dari tubuh-tubuh air, seperti laut.										

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		<p>awan, dan uap yang diakibatkan oleh pemanasan sinar matahari. Air yang menguap akan naik ke langit dan menjadi awan.</p>				
	2 Transpirasi	Merupakan penguapan air dari permukaan tumbuhan. Tumbuhan melepaskan uap air ke atmosfer melalui stomata daunnya dan membantu meningkatkan kelembaban udara.				
	3 Kondensasi	Pada tahap ini menampakkan perubahan wujud uap air menjadi titik-titik air di atmosfer, sehingga membentuk awan atau uap air yang naik ke atmosfer mengalami pendinginan dan berubah menjadi tetesan air kecil yang berkumpul membentuk awan. Proses ini terjadi karena pengaruh suhunya ada udara pada ketinggian atmosfer tertentu.				
	4 Presipitasi	Ketika butiran air dalam awan semakin besar dan berat, mereka jatuh ke permukaan				

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
Mengkomunikasikan	30 Buatlah sebuah gambar yang mengkomunikasikan proses terjadinya daur nitrogen! Dan berikan penjelasan pada setiap tahap dalam daur nitrogen secara jelas dan terstruktur!	<p>bumi dalam bentuk hujan, salju, atau es, tergantung pada kondisi atmosfer.</p>  <p>Daur nitrogen adalah proses alami yang mengubah nitrogen di atmosfer dan tanah menjadi bentuk-bentuk yang dapat digunakan oleh makhluk hidup. Berikut adalah tahap-tahapnya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fiksasi Nitrogen: Nitrogen gas (N_2) di atmosfer diubah menjadi amonium (NH_4^+) oleh bakteri pengikat nitrogen di akar tanaman yaitu <i>Rhizobium leguminosarum</i> dan <i>Azotobacteraceae</i> yang ada di akar tumbuhan kacang-kacangan. 2. Nitrifikasi: Bakteri nitrifikasi mengubah amonium menjadi nitrit (NO_2^-), lalu menjadi nitrat (NO_3^-) yang dapat diserap oleh tanaman. 3. Asimilasi: Tanaman menyerap nitrat dari tanah dan menggunakannya untuk sintesis protein dan senyawa penting lainnya. 			✓	

Indikator KPS	Soal	Jawaban	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		<p>4. Amnifikasi: Ketika makhluk hidup mati atau menghasilkan limbah, bakteri pengurai mengubah nitrogen organik menjadi amonium.</p> <p>5. Denitrifikasi: Dalam kondisi anaerob, bakteri denitrifikasi mengubah nitrat kembali menjadi nitrogen gas (N_2), melepaskannya kembali ke atmosfer.</p>				
Kesimpulan:						
Instrumen dapat dikatakan sangat bermanfaat dengan menggunakan nomor 2, 5, 7, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 24, 27, 28, 30						

Singaraja, 11 Maret 2025
 Validator,

 Pithy Purwati, S.Pd, M.Pd

Lampiran 6. Lembar Validitas Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains

B. Instrumen Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains

LEMBAR VALIDASI LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN PROSES SAINS

bj. IDENTITAS VALIDATOR
 Nama : Yek. Dr. Pusi Bati Mangrove, Ph.D.
 Profesi : Dosen
 Instansi : Universitas Pendidikan Surabaya

cj. TUJUAN
 Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelengkapan instrumen yang dipakai oleh peneliti dalam memobservasi kegiatan peserta didik terkait keterampilan proses sains dalam pembelajaran biologi pada materi ekotistota.

dj. PETUNJUK
 1. Apabila Ibu Dosen dapat memberikan penilaian pada instrumen tersebut.
 2. Makna skala penilaian adalah:
 1 : Tidak Relevan
 2 : Kurang Relevan
 3 : Cukup Relevan
 4 : Relevan
 3. Apabila terdapat saran, kekoson, dan tambahan mohon Bapak/Ibu Dosen berkenan memilikannya dihalak validitas ini atau jika dimungkinkan dapat langsung Bapak/Ibu menuliskannya pada lembar draft yang harus direvisi.

ej. ASPEK PENILAIAN LEMBAR OBSERVASI
 1. Berilah tanda centang (✓) pada salah satu kolom skala penilaian sesuai dengan pedoman/persyaratan di atas.
 2. Tindakan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil dari skala penilaian secara keseluruhan pada kotak kesimpulan dan saran!

No.	Aspek KPS	Kriteria	Skor	Skala Penilaian			
				1	2	3	4
1	Mengamati	Mengamati kegiatan penyelidikan secara rinci dan akurat dengan menggunakan seluruh indera dan alat bantu	4				
		Mengamati sebagian besar kegiatan penyelidikan dengan menggunakan sebagian besar indera dan alat bantu	3				✓
		Mengamati sebagian kecil kegiatan penyelidikan dengan menggunakan sebagian besar indera dan alat bantu	2				
		Mengamati tidak secara rinci dan akurat dengan menggunakan sebagian kecil indera dan alat bantu	1				
		Mengamati tidak secara rinci dan akurat dengan menggunakan sebagian kecil indera dan alat bantu	1				
2	Mengklasifikasi	Mengklasifikasi dan memberi kriteria hasil pengamatan dengan tepat	4				
		Mengklasifikasi dan memberi kriteria hasil pengamatan dengan kurang tepat	3				✓
		Mengklasifikasi dan memberi kriteria hasil pengamatan dengan kurang tepat	2				
		Mengklasifikasi dan memberi kriteria hasil pengamatan dengan kurang tepat	1				
		Mengklasifikasi dan memberi kriteria hasil pengamatan dengan kurang tepat	1				
3	Menginterpretasi	Menyimpulkan hasil pengamatan berdasarkan data, logis, dan rinci	4				
		Menyimpulkan hasil pengamatan berdasarkan data, cukup logis, dan kurang rinci	3				✓
		Menyimpulkan hasil pengamatan dengan kurang akurat	2				
		Menyimpulkan hasil pengamatan dengan tidak berdasarkan data	1				
		Menyimpulkan hasil pengamatan dengan tidak berdasarkan data	1				

No.	Aspek KPS	Kriteria	Skor	Skala Penilaian			
				1	2	3	4
4	Meramalkan	Prediksi tepat berdasarkan data dan alasan logis	4				
		Prediksi tepat berdasarkan data dengan alasan logis sederhana	3				✓
		Prediksi kurang tepat	2				
		Prediksi tidak berdasarkan logis	1				
5	Menerapkan	Konsep diterapkan dengan tepat dan jelas	4				✓
		Konsep diterapkan dengan sedikit kesalahan	3				
		Konsep diterapkan dengan banyak kesalahan	2				
		Konsep tidak dapat diterapkan	1				
6	Merencanakan	Merencanakan solusi yang sangat relevan dan efektif terhadap masalah, langkah-langkah solusi dituangkan dengan sangat jelas, terstruktur, dan terperinci, serta solusi dapat diimplementasikan dengan baik	4				✓
		Merencanakan solusi yang relevan dan cukup efektif untuk masalah, langkah-langkah solusi jelas dan terstruktur, namun terdapat beberapa bagian yang bisa lebih diperjelas atau diperbaiki, serta solusi sudah cukup baik, namun masih bisa ditingkatkan	3				
		Merencanakan solusi yang kurang relevan atau efektif untuk masalah, langkah-langkah solusi kurang jelas atau tidak sepenuhnya terstruktur, serta solusi perlu lebih diperbaiki untuk mencapai efektivitas yang lebih baik	2				
		Tidak dapat merencanakan solusi yang relevan atau efektif terhadap masalah, langkah-langkah solusi tidak jelas, tidak terstruktur, atau tidak dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah secara efektif	1				
		Tidak dapat merencanakan solusi yang relevan atau efektif terhadap masalah, langkah-langkah solusi tidak jelas, tidak terstruktur, atau tidak dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah secara efektif	1				

No.	Aspek KPS	Kriteria	Skor	Skala Penilaian			
				1	2	3	4
7	Mengkomunikasikan	Menyampaikan hasil pengamatan dengan jelas, terstruktur, dan media relevan	4				
		Menyampaikan hasil pengamatan dengan jelas, namun kurang terstruktur, dan media kurang relevan	3				✓
		Menyampaikan hasil pengamatan dengan kurang jelas, kurang terstruktur, dan media kurang relevan	2				
		Menyampaikan hasil pengamatan dengan tidak jelas, tidak terstruktur, dan media kurang relevan	1				

Kesimpulan:
 Lembar observasi dapat digunakan sebagai alat untuk kegiatan observasi keterampilan proses sains.

Singaraja,, 2023
 Validator,

, Yek. Dr. Pusi Bati Mangrove, Ph.D.

B. Instrumen Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains

LEMBAR VALIDASI LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN PROSES SAINS

b) IDENTITAS VALIDATOR

Nama : *Prang Rumania Heru, M.Pd.*
 Profesi : *Dosen*
 Instansi : *Universitas Pendidikan Indonesia*

c) TUJUAN

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelayakan instrumen yang dipakai oleh peneliti dalam mengobservasi kegiatan peserta didik terkait keterampilan proses sains dalam pembelajaran biologi pada materi ekosistem

d) PETUNJUK

1. Bapak/Ibu Dosen dapat memberikan penilaian pada instrumen tersebut.
2. Makna skala penilaian adalah:
 - 1 : Tidak Relevan
 - 2 : Kurang Relevan
 - 3 : Cukup Relevan
 - 4 : Relevan
3. Apabila terdapat saran, kritik, dan tambahan mohon Bapak/Ibu Dosen berkenan memilikannya dibalik validasi ini atau jika diunggulkan dapat langsung Bapak/Ibu memilikannya pada lembar draft yang harus direvisi.

e) ASPEK PENILAIAN LEMBAR OBSERVASI

1. Berilah tanda centang (✓) pada salah satu kolom skala penilaian sesuai dengan pedoman penskoran di atas!
2. Tuliskan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil dari skala penilaian secara keseluruhan pada kotak kesimpulan dan saran!

No.	Aspek KPS	Kriteria	Skor	Skala Penilaian			
				1	2	3	4
1	Mengamati	Mengamati kegiatan penyelidikan secara rinci dan akurat dengan menggunakan seluruh indra dan alat bantu	4				✓
		Mengamati sebagian besar kegiatan penyelidikan dengan menggunakan sebagian besar indra dan alat bantu	3				
		Mengamati sebagian kecil kegiatan penyelidikan dengan menggunakan sebagian besar indra dan alat bantu	2				
		Mengamati tidak secara rinci dan akurat dengan menggunakan sebagian kecil indra dan alat bantu	1				
2	Mengklasifikasi	Mengklasifikasi dan memberi kriteria hasil pengamatan dengan tepat/benar	4				✓
		Mengklasifikasi dan memberi kriteria hasil pengamatan dengan sebagian besar tepat	3				
		Mengklasifikasi dan memberi kriteria hasil pengamatan dengan kurang tepat	2				
		Mengklasifikasi dan memberi kriteria hasil pengamatan dengan tidak tepat/salah	1				
3	Menginterpretasi	Mengimpulkan hasil pengamatan berdasarkan data, logis, dan rinci	4				✓
		Mengimpulkan hasil pengamatan berdasarkan data, cukup logis, dan kurang mer	3				
		Mengimpulkan hasil pengamatan dengan kurang akurat	2				
		Mengimpulkan hasil pengamatan dengan tidak berdasarkan data	1				

No.	Aspek KPS	Kriteria	Skor	Skala Penilaian			
				1	2	3	4
4	Merencanakan	Prekisi tepat berdasarkan data dan alasan logis	4				✓
		Prekisi tepat berdasarkan data dengan alasan logis sederhana	3				
		Prekisi kurang tepat	2				
5	Menyajikan	Prekisi tidak berdasarkan data	1				
		Concept diagram dengan tepat dan jelas	4				✓
		Concept diagram dengan sedikit kesalahan	3				
		Concept diagram dengan banyak kesalahan	2				
6	Merencanakan	Merencanakan solusi yang relevan dan efektif terhadap masalah, langkah-langkah solusi disusun dengan sangat jelas, koherensi, dan logis, serta solusi dapat diimplementasikan dengan baik.	4				✓
		Merencanakan solusi yang relevan dan cukup efektif untuk masalah, langkah-langkah solusi jelas dan berurutan, namun terdapat beberapa bagian yang bisa lebih diperjelas atau diperbaiki, serta solusi sudah cukup baik, namun masih bisa diperjelas.	3				
		Merencanakan solusi yang kurang relevan atau efektif untuk masalah, langkah-langkah solusi kurang jelas atau tidak sepenuhnya terstruktur, serta solusi perlu lebih diperjelas untuk mencapai efektivitas yang lebih baik.	2				
		Tidak dapat merencanakan solusi yang relevan atau efektif terhadap masalah, langkah-langkah solusi tidak jelas, tidak terstruktur, atau tidak dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah secara efektif.	1				

No.	Aspek KPS	Kriteria	Skor	Skala Penilaian			
				1	2	3	4
7	Mengkomunikasikan	Menyampaikan hasil pengamatan dengan jelas, terstruktur, dan media relevan	4				✓
		Menyampaikan hasil pengamatan dengan jelas, namun kurang terstruktur, dan media kurang relevan	3				
		Menyampaikan hasil pengamatan dengan kurang jelas, kurang terstruktur, dan media kurang relevan	2				
		Menyampaikan hasil pengamatan dengan tidak jelas, tidak terstruktur, dan media kurang relevan	1				

Kesimpulan:

Dapat digunakan dalam penelitian dengan menggunakan hasil penelitian lain dan

Sinjuraj, *12/11/2025*

Validasi:

Prang Rumania Heru

Lampiran 7. Hasil Tabulasi Gregori Instrumen Soal

**PENENTUAN R-GREGORY PADA INSTRUMEN TES URAIAN
KETERAMPILAN PROSES SAINS**

Penilai I : Prof. Dr. Putu Budi Adnyana, M.Si

Penilai II : Ajeng Purnama Heny, M.Pd.

Variabel : Keterampilan Proses Sains

No. Butir	Penilai		Keterangan (A,B,C,D)
	I	II	
1	4	4	D
2	4	4	D
3	3	4	D
4	4	4	D
5	3	4	D
6	3	4	D
7	4	3	D
8	4	4	D
9	4	4	D
10	4	4	D
11	4	4	D
12	4	4	D
13	4	4	D
14	3	4	D
15	3	4	D

Jumlah:

A = 0
B = 0
C = 0
D = 15

$$V_i = \frac{D}{A+B+C+D}$$

$$V_i = \frac{15}{15} = 1.0 \text{ (Validitas sangat tinggi)}$$

Lampiran 8. Lembar Validasi Modul Ajar

LEMBAR VALIDASI MODUL AJAR EKOSISTEM

a) IDENTITAS VALIDATOR
 Nama : Prof. Dr. Puan Budi Bahayana, M.Si
 Profesi : Dosen
 Instansi : Universitas Pendidikan Sumatera

b) TUJUAN
 Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelayakan modul ajar dalam pembelajaran biologi pada materi ekosistem.

c) PETUNJUK
 1. Bapak/Ibu Dosen dapat memberikan penilaian dengan memberikan ceklist (✓) pada kolom yang tersedia.
 2. Makna skala penilaian adalah:
 1 : Tidak Relevan
 2 : Kurang Relevan
 3 : Cukup Relevan
 4 : Relevan
 3. Apabila terdapat saran, koreksi, dan tambahan mohon Bapak/Ibu Dosen berkenan menuliskannya dibalik validasi ini atau jika dimungkinkan dapat langsung Bapak/Ibu menuliskannya pada lembar draft yang harus direvisi.

d) LEMBAR PENILAIAN

No	Komponen Modul Ajar	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
A. Informasi Umum						
1.	Identitas Modul	Terdiri dari: nama penyusun, satuan pendidikan, tingkat kelas, alokasi waktu, dan mata pelajaran.				✓
2.	Capaian Pembelajaran	Gambaran tujuan akhir fase berupa kemampuan peserta didik yang dapat diraih secara berjenjang, dari pemahaman yang rendah, meningkat sampai pada penerapan, misal menerapkan dan				✓

No	Komponen Modul Ajar	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
3.	Kegiatan Pembelajaran	Langkah-langkah kegiatan pembelajaran secara berurutan sesuai dengan durasi waktu yang direncanakan meliputi 3 tahap yakni pendahuluan, inti, dan penutup yang berbasis strategi pembelajaran API (Authentic Problem Inquiry).				✓
4.	Lembar Kerja Peserta Didik	Memiliki lembar kerja peserta didik yang akan di laksanakan pada proses pembelajaran.				✓
5.	Bahan bacaan guru dan peserta didik	Memiliki bahan bacaan yang di gunakan oleh guru.				✓
6.	Penilaian	Penilaian digunakan untuk mengukur capaian pembelajaran.				✓
7.	Daftar Pustaka	Sumber sumber relevan dengan dengan penggunaan proses belajar				✓

(Sumber: Modifikasi dari Kosyida, 2024)

e) PENILAIAN UMUM TERHADAP LKPD
 1. Modul Ajar ekosistem dapat diterapkan tanpa revisi.
 2. Modul Ajar ekosistem dapat diterapkan dengan revisi kecil.
 3. Modul Ajar ekosistem dapat diterapkan dengan revisi besar.
 4. Modul Ajar ekosistem tidak dapat diterapkan.

No	Komponen Modul Ajar	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		menggunakan materi pada bidang keilmuan yang dipelajarinya.				✓
3.	Kompetensi Awal	Kompetensi berupa pengetahuan dan keterampilan peserta didik.				✓
4.	Profil Pelajar Pancasila	Gambaran sikap perilaku profil pelajar pancasila yang diharapkan peserta didik seperti bergotong royong, beruruk kritis, dan mandiri.				✓
5.	Sarana dan Prasarana	Memiliki alat dan bahan ajar dikegiatan pembelajaran.				✓
6.	Model Pembelajaran	Terdapat komponen model pembelajaran atau rangkaian pembelajaran dalam pelaksanaan pembelajaran yaitu strategi pembelajaran API (Authentic Problem Inquiry).				✓
b. Kompetensi Inti						
1.	Tujuan Pembelajaran	Kesesuaian dengan proses dan hasil belajar yang diharapkan dicapai.				✓
2.	Pemahaman Bermakna	Kesesuaian informasi tentang manfaat yang akan peserta didik peroleh.				✓

D) SARAN

Modul ajar dapat diterapkan dengan revisi, redimensi kesesuaian antara deskripsi dengan gambar yang digunakan

Singaperbangsa, 11 Maret 2025
 Validator,

 Prof. Dr. Puan Budi Bahayana, M.Si

LEMBAR VALIDASI MODUL AJAR EKOSISTEM

a) IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Rizky Nurrohmah Wang, M.Pd
 Profesi : Dosen
 Instansi : Universitas Pendidikan Indonesia

b) TUJUAN

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelayakan modul ajar dalam pembelajaran biologi pada materi ekosistem.

c) PETUNJUK

- Bapak/Ibu Dosen dapat memberikan penilaian dengan memberikan ceklist (✓) pada kolom yang tersedia.
- Makna skala penilaian adalah:
 - : Tidak Relevan
 - : Kurang Relevan
 - : Cukup Relevan
 - : Relevan
- Apabila terdapat saran, koreksi, dan tambahan mohon Bapak/Ibu Dosen berkenan menuliskannya dibalik validasi ini atau jika dimungkinkan dapat langsung Bapak/Ibu menuliskannya pada lembar draft yang harus direvisi.

d) LEMBAR PENILAIAN

No	Komponen Modul Ajar	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
A. Informasi Umum						
1	Identitas Modul	Terdiri dari: nama penyusun, satuan pendidikan, tingkat kelas, alokasi waktu, dan mata pelajaran.				✓
2	Capaian Pembelajaran	Gambaran tujuan akhir fase berupa kemampuan peserta didik yang dapat diraih secara berjenjang dari pemahaman yang rendah, meningkat sampai pada penerapan, misal menerapkan dan				✓

No	Komponen Modul Ajar	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
		menggunakan materi pada bidang keilmuan yang dipelajarinya				
3	Kompetensi Awal	Kompetensi berupa pengetahuan dan keterampilan peserta didik.				✓
4	Profil Pelajar Pancasila	Gambaran sikap perilaku profil pelajar pancasila yang diharapkan peserta didik seperti bergotong royong, bernalar kritis, dan mandiri.				✓
5	Sarana dan Prasarana	Memiliki alat dan bahan ajar dikegiatan pembelajaran				✓
6	Model Pembelajaran	Terdapat komponen model pembelajaran atau rangkaian pembelajaran dalam pelaksanaan pembelajaran yaitu strategi pembelajaran API (<i>Authentic Problem Inquiry</i>).				✓
b. Kompetensi Inti						
1	Tujuan Pembelajaran	Kesesuaian dengan proses dan hasil belajar yang diharapkan dicapai				✓
2	Pemahaman Bermakna	Kesesuaian informasi tentang manfaat yang akan peserta didik peroleh.				✓

No	Komponen Modul Ajar	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
3	Kegiatan Pembelajaran	Langkah-langkah kegiatan pembelajaran secara berurutan sesuai dengan durasi waktu yang direncanakan meliputi 3 tahap yakni pendahuluan, inti, dan penutup yang berbasis strategi pembelajaran API (<i>Authentic Problem Inquiry</i>).				✓
4	Lembar Kerja Peserta Didik	Memiliki lembar kerja peserta didik yang akan di laksanakan pada proses pembelajaran.				✓
5	Bahan bacaan dan peserta didik	Memiliki bahan bacaan yang di gunakan oleh guru.				✓
6	Penilaian	Penilaian digunakan untuk mengukur capaian pembelajaran.				✓
7	Daftar Pustaka	Sumber sumber relevan dengan penggunaan proses belajar				✓

(Sumber, Modifikasi dari Rosyida, 2024)

e) PENILAIAN UMUM TERHADAP LKPD

- Modul Ajar ekosistem dapat diterapkan tanpa revisi.
- Modul Ajar ekosistem dapat diterapkan dengan revisi kecil.
- Modul Ajar ekosistem dapat diterapkan dengan revisi besar.
- Modul Ajar ekosistem tidak dapat diterapkan.

f) SARAN

Dapat dipaparkan dalam presentasi dengan menarik pada bagian sumber dan menggunakan bahasa sederhana, agar ada pada modul ajar.

Singaraja, 05 Maret 2025
 Validator,

Rizky Nurrohmah Wang, M.Pd
 Rizky Nurrohmah Wang, M.Pd

Lampiran 9. Lembar Validasi Instrumen LKPD

LEMBAR VALIDASI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD-API)

a) IDENTITAS VALIDATOR
 Nama : Resti Dwi Putri Rahayu, M.Si
 Profesi : Dosen
 Instansi : Universitas Pendidikan Ganesha

b) TUJUAN
 Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelayakan LKPD dalam pembelajaran biologi pada materi ekosistem.

c) PETUNJUK
 2. Bapak/Ibu Dosen dapat memberikan penilaian dengan memberikan ceklist (✓) pada kolom yang tersedia.
 3. Makna skala penilaian adalah:
 1 : Tidak Relevan
 2 : Kurang Relevan
 3 : Cukup Relevan
 4 : Relevan
 4. Apabila terdapat saran, koreksi, dan tambahan mohon Bapak/Ibu Dosen berkenan menuliskannya dibalik validitas ini atau jika dimungkinkan dapat langsung Bapak/Ibu menuliskannya pada lembar draft yang harus direvisi.

a) LEMBAR PENILAIAN

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
a. Format LKPD (berkaitan dengan materi)					
1.	Topik LKPD (Berkaitan dengan materi yang akan disajikan)				✓
2.	Uraian Tugas (Membimbing peserta didik untuk melakukan penyelidikan/percebaan)				✓
b. Isi yang Disajikan					
1.	Merupakan materi atau tugas yang esensial				✓
2.	LKPD disajikan secara sistematis				✓

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
3.	Setiap kegiatan yang disajikan mempunyai tujuan yang jelas sesuai dengan indikator keterampilan proses sains				✓
4.	Penyajian LKPD dilengkapi dengan gambar dan ilustrasi				✓
5.	LKPD berbasis strategi API				✓
6.	Metode atau prosedur dalam LKPD benar secara ilmiah				✓
c. Ranah Bahasa					
1.	Penggunaan bahasa sesuai dengan EYD				✓
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif				✓
3.	Kalimat yang digunakan jelas dan mudah dimengerti				✓
d. Tampilan LKPD					
1.	Jenis huruf dan ukuran sesuai dan mudah dibaca				✓
2.	Layout atau tata letak LKPD menarik				✓

(Sumber: Modifikasi dari Andriani, 2024)

b) PENILAIAN UMUM TERHADAP LKPD

- Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi ekosistem dapat diterapkan tanpa revisi.
- Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi ekosistem dapat diterapkan dengan revisi kecil.
- Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi ekosistem dapat diterapkan dengan revisi besar.
- Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi ekosistem tidak dapat diterapkan.

e) SARAN

LKPD dapat disajikan dengan materi terkait pengujian
 penilaian dengan Lembar API dan keterampilan proses sains.

Singaraja, 11 Maret 2025
 Validator,

 Resti Dwi Putri Rahayu, M.Si

LEMBAR VALIDASI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD-API)

a) IDENTITAS VALIDATOR
 Nama : Resti Dwi Putri Rahayu, M.Si
 Profesi : Dosen
 Instansi : Universitas Pendidikan Ganesha

b) TUJUAN
 Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelayakan LKPD dalam pembelajaran biologi pada materi ekosistem.

c) PETUNJUK
 2. Bapak/Ibu Dosen dapat memberikan penilaian dengan memberikan ceklist (✓) pada kolom yang tersedia.
 3. Makna skala penilaian adalah:
 1 : Tidak Relevan
 2 : Kurang Relevan
 3 : Cukup Relevan
 4 : Relevan
 4. Apabila terdapat saran, koreksi, dan tambahan mohon Bapak/Ibu Dosen berkenan menuliskannya dibalik validitas ini atau jika dimungkinkan dapat langsung Bapak/Ibu menuliskannya pada lembar draft yang harus direvisi.

a) LEMBAR PENILAIAN

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
a. Format LKPD (berkaitan dengan materi)					
1.	Topik LKPD (Berkaitan dengan materi yang akan disajikan)				✓
2.	Uraian Tugas (Membimbing peserta didik untuk melakukan penyelidikan/percebaan)				✓
b. Isi yang Disajikan					
1.	Merupakan materi atau tugas yang esensial				✓
2.	LKPD disajikan secara sistematis				✓

No	Aspek yang Dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
3.	Setiap kegiatan yang disajikan mempunyai tujuan yang jelas sesuai dengan indikator keberampilan proses sains				✓
4.	Penyajian LKPD dilengkapi dengan gambar dan ilustrasi				✓
5.	LKPD berbasis strategi AJI				✓
6.	Metode atau prosedur dalam LKPD benar secara ilmiah				✓
c. Rambah Bahasa					
1.	Penggunaan bahasa sesuai dengan EYD				✓
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif				✓
3.	Kalimat yang digunakan jelas dan mudah dimengerti				✓
d. Tampilan LKPD					
1.	Jenis huruf dan ukuran sesuai dan mudah dibaca				✓
2.	Layar atau tata letak LKPD menarik				✓

(Sumber: Modifikasi dari Andriani, 2024)

b) PENILAIAN UMUM TERHADAP LKPD

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi ekosistem dapat diterapkan tanpa revisi.
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi ekosistem dapat diterapkan dengan revisi kecil.
3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi ekosistem dapat diterapkan dengan revisi besar.
4. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi ekosistem tidak dapat diterapkan.

c) SARAN

Debet Angewandte dalam penelitian dengan memisli pada bagian kebet dan bagian isi Arsitektur dengan Sinar Searagi AP1

Singaraja 11 Maret 2025
 Validator,

 Purnomo Muly, M.Pd.



Lampiran 10. Lembar Validitas Lembar Observasi Kegiatan Guru

Validasi Lembar Observasi Guru

Lembar Observasi Kegiatan Guru Pada Penerapan Strategi Pembelajaran API (Authentic Problem Inquiry)

Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Semarang
Materi : Ekosistem
Kelas/Semester : XII
Hari/Tanggal :
Penunjuk : Berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian jika kegiatan guru teramati

No.	Aspek yang diamati	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Kegiatan Pendahuluan a. Guru menyampaikan salam dan menanyakan kabar peserta didik. b. Guru memimpin peserta didik untuk melakukan doa bersama. c. Guru memeriksa kesiapan peserta didik dalam belajar dan kebersihan kelas. d. Guru melakukan absensi peserta didik. e. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan pembelajaran.				✓
2.	Kegiatan Inti: Tahap 1. Orientasi Pada Masalah Otentik a. Guru membagi peserta didik dalam kelompok belajar secara heterogen (4-5 orang). b. Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi masalah sesuai yang tertera dalam LKPD dan menyuruh peserta didik bertanya jika terdapat hal yang kurang jelas. c. Guru meminta peserta didik untuk membuat identifikasi masalah terkait permasalahan yang ada pada LKPD.				✓

No.	Aspek yang diamati	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	Tahap 2. Merumuskan Masalah a. Guru meminta peserta didik untuk berdiskusi dengan kelompoknya masing-masing. b. Guru membimbing peserta didik untuk membuat rumusan pertanyaan berdasarkan identifikasi masalah yang sudah dibuat sebelumnya.				✓
	Tahap 3. Penyelidikan dan Pencarian Informasi a. Guru meminta setiap kelompok untuk membagi tugas mencari dan mengumpulkan informasi yang digunakan untuk memecahkan masalah pada LKPD. b. Guru memastikan anggota di masing-masing kelompok memahami tugasnya. c. Guru memberitahu peserta didik untuk mengumpulkan bahan bacaan yang dijadikan acuan untuk mendapatkan data seperti buku paket biologi, modul biologi atau dapat mengunduh informasi di internet. d. Guru memantau keterlibatan peserta didik selama proses penyelidikan dan pencarian informasi. e. Guru menyuruh peserta didik untuk melaksanakan penyelidikan sesuai LKPD.				
	Tahap 4. Pertukaran hasil (sharing results) a. Guru meminta 3-4 kelompok untuk melakukan presentasi terhadap hasil diskusi sesuai instruksi pada LKPD. b. Guru melakukan penilaian kepada peserta didik jika ada yang bertanya mengenai hal yang belum dipahami atau membantu menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru dan peserta didik.				

Validasi Lembar Observasi Guru

Lembar Observasi Kegiatan Guru Pada Penerapan Strategi Pembelajaran API (Authentic Problem Inquiry)

Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Semarang
Materi : Ekosistem
Kelas/Semester : XII
Hari/Tanggal :
Penunjuk : Berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian jika kegiatan guru teramati

No.	Aspek yang diamati	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	Tahap 5. Evaluasi dan Refleksi a. Guru memberikan sebuah penghargaan pada peserta didik yang aktif selama kegiatan diskusi dan yang memberikan jawaban saat diminta pada saat presentasi berlangsung. b. Guru memilih solusi yang berkualitas yang disusun oleh peserta didik terkait solusi dalam memecahkan permasalahan yang ada pada LKPD.				✓
3.	Kegiatan Penutup a. Guru bersama peserta didik mengevaluasi kegiatan pembelajaran dan meminta peserta didik untuk menyimpulkan kesimpulan dari hasil belajar. b. Menginformasikan materi dan agenda pembelajaran berikutnya. c. Menutup kegiatan pembelajaran dengan berdoa bersama. (Sumber: Modifikasi dari Andriani, 2024)				✓

Kesimpulan dan Saran

_____ Dapat diterapkan dalam penelitian dengan judul _____ dan Assosiasi _____
_____ Aspek Sifat (Strategi) API _____

Rekomendasi/Kesimpulan penilaian secara umum tentang lembar observasi guru:
1. Lembar observasi guru dapat diterapkan tanpa revisi.
2. Lembar observasi guru dapat diterapkan dengan revisi kecil.
3. Lembar observasi guru dapat diterapkan dengan revisi besar.
4. Lembar observasi guru tidak dapat diterapkan.

Siapkan di _____ 11 Maret _____ 2025
Validasi _____

_____ Dr. Reto Budi Nugroho, M.S.

Validasi Lembar Observasi Guru

Lembar Observasi Kegiatan Guru Pada Penerapan Strategi Pembelajaran API (Authentic Problem Inquiry)

Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Semarang
Materi : Ekosistem
Kelas/Semester : XII
Hari/Tanggal :
Penunjuk : Berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian jika kegiatan guru teramati

No.	Aspek yang diamati	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Kegiatan Pendahuluan a. Guru menyampaikan salam dan menanyakan kabar peserta didik. b. Guru memimpin peserta didik untuk melakukan doa bersama. c. Guru memeriksa kesiapan peserta didik dalam belajar dan kebersihan kelas. d. Guru melakukan absensi peserta didik. e. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan pembelajaran.				✓
2.	Kegiatan Inti: Tahap 1. Orientasi Pada Masalah Otentik a. Guru membagi peserta didik dalam kelompok belajar secara heterogen (4-5 orang). b. Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi masalah sesuai yang tertera dalam LKPD dan menyuruh peserta didik bertanya jika terdapat hal yang kurang jelas. c. Guru meminta peserta didik untuk membuat identifikasi masalah terkait permasalahan yang ada pada LKPD.				✓

No.	Aspek yang diamati	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
	<p>Tahap 2. Merumuskan Masalah</p> <p>a. Guru meminta peserta didik untuk berdiskusi dengan kelompoknya masing-masing.</p> <p>b. Guru membimbing peserta didik untuk membuat rumusan pertanyaan berdasarkan identifikasi masalah yang sudah dibuat sebelumnya.</p> <p>Tahap 3. Penyelidikan dan Pencarian Informasi</p> <p>a. Guru meminta setiap kelompok untuk membagi tugas mencari dan mengumpulkan informasi yang digunakan untuk memecahkan masalah pada LKPD.</p> <p>b. Guru memastikan anggota di masing-masing kelompok memahami tugasnya.</p> <p>c. Guru membentaha peserta didik untuk mengumpalkan bahan bacaan yang dijadikan acuan untuk mendapatkan data seperti buku paket biologi, modul biologi atau dapat mengunduh informasi di internet.</p> <p>d. Guru memantau keterlibatan peserta didik selama proses penyelidikan dan pencarian informasi.</p> <p>e. Guru menyuruh peserta didik untuk melaksanakan penyelidikan sesuai LKPD.</p> <p>Tahap 4. Pertukaran hasil (sharing results)</p> <p>a. Guru meminta 3-4 kelompok untuk melakukan presentasi terhadap hasil diskusi sesuai instruksi pada LKPD.</p> <p>b. Guru melakukan penilaian kepada peserta didik jika ada yang bertanya mengenai hal yang belum dipahami atau membantu menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru dan peserta didik.</p>				✓
	<p>Tahap 5. Evaluasi dan Refleksi</p> <p>a. Guru memberikan sebuah penghargaan pada peserta didik yang aktif selama kegiatan diskusi dan yang memberikan jawaban atau masukan pada saat presentasi berlangsung.</p> <p>b. Guru memilih solusi yang berkualitas yang disusun oleh peserta didik terkait solusi dalam memecahkan permasalahan yang ada pada LKPD.</p> <p>3. Kegiatan Penutup</p> <p>a. Guru bersama peserta didik mengevaluasi kegiatan pembelajaran dan meminta peserta didik untuk menyampaikan kesimpulan dari hasil belajar.</p> <p>b. Menginformasikan materi dan agenda pembelajaran berikutnya.</p> <p>c. Menutup kegiatan pembelajaran dengan berdoa bersama.</p>				✓

(Sumber: Modifikasi dari Andriani, 2024)

Kesimpulan dan Saran

Dapat dilaksanakan dalam kondisi dengan nilai kecil dan kesulitan dengan skala PPI

Rekomendasi/Kesimpulan penilaian secara umum tentang lembar observasi guru:

1. Lembar observasi guru dapat diterapkan tanpa revisi.
2. Lembar observasi guru dapat diterapkan dengan revisi kecil.
3. Lembar observasi guru dapat diterapkan dengan revisi besar.
4. Lembar observasi guru tidak dapat diterapkan.

Singaraja, 11 Maret 2025
Validator,
Jhen G
Astro Purwana Utay, M.Pd.



Lampiran 11. Lembar Observasi Kegiatan Guru

Lembar Observasi Kegiatan Guru Pada Penerapan Strategi Pembelajaran API (Authentic Problem Inquiry)

Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Semarang
Materi : Ekosistem
Kelas/Semester : XII
Hari/Tanggal : 5th Mei 2025
Petunjuk : Berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian jika kegiatan guru teramati

No.	Aspek yang diamati	Pelaksanaan	
		Ya	Tidak
1.	Kegiatan Pendahuluan a. Guru menyampaikan salam dan menanyakan kabar peserta didik. b. Guru memeriksa kehadiran peserta didik. c. Guru memeriksa kebersihan peserta didik dalam belajar dan kebersihan kelas. d. Guru melakukan absensi peserta didik. e. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan pembelajaran.	✓	
2.	Kegiatan Inti Tahap 1. Orientasi Pada Masalah Otentik a. Guru membagi peserta didik dalam kelompok belajar secara heterogen (4-5 orang). b. Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi masalah sesuai yang tertera dalam LKPD dan menaruh peserta didik bertanya jika terdapat hal yang kurang jelas.	✓	

No.	Aspek yang diamati	Pelaksanaan	
		Ya	Tidak
	c. Guru meminta peserta didik untuk membuat identifikasi masalah terkait permasalahan yang ada pada LKPD.		
	Tahap 2. Merumuskan Masalah a. Guru meminta peserta didik untuk berdiskusi dengan kelompoknya masing-masing. b. Guru membimbing peserta didik untuk membuat rumusan pertanyaan berdasarkan identifikasi masalah yang sudah dibuat sebelumnya.		
	Tahap 3. Penyelidikan dan Pencarian Informasi a. Guru meminta setiap kelompok untuk membagi tugas mencari dan mengumpulkan informasi yang digunakan untuk memecahkan masalah pada LKPD. b. Guru memastikan anggota di masing-masing kelompok memahami tugasnya. c. Guru memberitahu peserta didik untuk mengumpulkan bahan bacaan yang berkaitan dengan untuk mendapatkan data seperti buku paket biologi, modul biologi atau dapat mengunduh informasi di internet. d. Guru memantau keterlibatan peserta didik selama proses penyelidikan dan pencarian informasi.		

No.	Aspek yang diamati	Pelaksanaan	
		Ya	Tidak
	c. Guru menyuruh peserta didik untuk melaksanakan penyediaan sesuai LKPD.		
	Tahap 4. Pertukaran hasil (sharing result) a. Guru meminta 3-4 kelompok untuk melakukan presentasi terhadap hasil diskusi sesuai instruksi pada LKPD. b. Guru melakukan penilaian kepada peserta didik jika ada yang bertanya mengenai hal yang belum dipahami atau membantu menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru dan peserta didik.		
	Tahap 5. Evaluasi dan Refleksi a. Guru memberikan sebuah penghargaan pada peserta didik yang aktif selama kegiatan diskusi dan yang memberikan jawaban atau masukan pada saat presentasi berlangsung. b. Guru memilih solusi yang berkualitas yang disusun oleh peserta didik terkait solusi dalam memecahkan permasalahan yang ada pada LKPD.		
3.	Kegiatan Penutup a. Guru bersama peserta didik mengevaluasi kegiatan pembelajaran dan meminta peserta didik untuk menyampaikan	✓	

No.	Aspek yang diamati	Pelaksanaan	
		Ya	Tidak
	c. Guru menyuruh peserta didik untuk melaksanakan penyediaan sesuai LKPD.		
	Tahap 4. Pertukaran hasil (sharing result) a. Guru meminta 3-4 kelompok untuk melakukan presentasi terhadap hasil diskusi sesuai instruksi pada LKPD. b. Guru melakukan penilaian kepada peserta didik jika ada yang bertanya mengenai hal yang belum dipahami atau membantu menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru dan peserta didik.		
	Tahap 5. Evaluasi dan Refleksi a. Guru memberikan sebuah penghargaan pada peserta didik yang aktif selama kegiatan diskusi dan yang memberikan jawaban atau masukan pada saat presentasi berlangsung. b. Guru memilih solusi yang berkualitas yang disusun oleh peserta didik terkait solusi dalam memecahkan permasalahan yang ada pada LKPD.		
	c. Guru menyuruh peserta didik untuk melaksanakan penyediaan sesuai LKPD.		
	b. Menginformasikan materi dan agenda pembelajaran berikutnya.		
	c. Menutup kegiatan pembelajaran dengan berdoa bersama.		

(Sumber, Modifikasi dari Andriani, 2024)

Kesimpulan dan Saran

Guru sudah menerapkan semua strategi API dengan baik.
Sementara strategi ini bisa diterapkan pada pembelajaran Biologi pada materi lain.

Semarang, 17 Maret2025
Observer,

Ratu Lia Rastika Dewari

Lampiran 12. Data Hasil Uji Coba Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains

No	Soal Keterampilan Proses Sains															Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	58
2	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	53
3	4	2	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	4	1	1	44
4	1	1	4	1	1	1	4	4	4	2	4	4	1	1	1	34
5	4	2	4	4	4	4	1	4	4	2	4	4	4	4	4	53
6	4	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	2	2	50
7	4	2	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	4	1	1	44
8	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	56
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	57
10	1	1	4	1	1	1	1	4	4	2	4	4	1	1	1	31
11	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	56
12	4	2	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	4	1	1	44
13	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	57
14	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	1	4	4	4	53
15	4	4	4	1	4	1	4	1	4	4	4	4	4	1	1	45
16	1	1	4	1	1	1	4	4	4	2	4	4	1	1	1	34
17	4	2	4	4	4	4	1	4	4	2	4	4	4	4	4	53
18	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	57
19	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	56
20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
21	4	4	4	1	4	1	4	1	4	4	4	4	4	1	1	45
22	1	1	4	1	1	1	1	4	4	2	4	4	1	1	1	31

48	4	4	4	4	4	1	4	4	4	1	4	4	4	4	4	54
49	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	58
50	4	4	4	1	1	1	4	1	4	1	4	4	1	1	1	36
51	4	4	4	2	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	55
52	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	1	1	36
53	4	4	4	1	4	1	1	4	4	1	4	4	4	4	4	48
54	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	1	1	36
55	4	4	4	1	1	1	4	4	4	1	4	4	4	2	2	44
56	4	4	4	1	1	1	4	1	4	1	4	4	1	1	1	36
57	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
58	2	2	4	2	4	1	4	4	4	1	4	4	4	1	1	42
59	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
60	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	48
61	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
62	4	4	4	4	4	1	4	4	4	1	4	4	1	1	1	45
63	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	58
64	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	58
65	4	4	4	1	1	1	4	4	4	1	4	4	1	1	1	39
66	1	1	4	1	1	1	4	4	4	2	4	4	1	1	1	34
67	4	2	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	4	1	1	44
68	4	2	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	4	1	1	44
69	4	2	4	4	1	4	4	4	4	1	4	4	4	1	1	46
70	1	1	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	1	4	1	40
r-hitung	0,647	0,553	- 0,149	0,623	0,786	0,765	0,116	0,355	0,120	0,553	- 0,109	- 0,103	0,776	0,835	0,868	

r-tabel	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	
Keterangan	V	V	TV	V	V	V	TV	V	TV	V	TV	TV	V	V	V	
Reliabilitas	0,883															



A016	50	50	50	25	50	50	50	46
A017	50	50	50	50	50	50	75	54
A018	50	75	50	50	75	75	75	64
A019	50	50	50	50	50	75	75	57
A020	50	50	50	50	50	50	50	50
A021	50	50	50	75	25	50	50	50
A022	25	75	50	50	50	50	50	50
A023	50	25	75	25	50	50	50	46
A024	50	75	75	75	75	50	50	64
A025	50	50	50	25	50	50	50	46
A026	50	75	50	75	50	50	50	57
A027	50	50	50	50	50	50	50	50
A028	50	75	50	50	25	75	75	57
A029	50	25	75	50	75	50	50	54
A030	50	50	75	50	50	50	50	54
A031	50	50	50	50	50	75	50	54
A032	50	50	50	50	50	50	50	50
A033	50	50	50	50	50	50	50	50
A034	50	50	50	75	50	50	50	54

A035	50	50	75	50	50	75	50	57
A036	50	50	50	75	50	25	50	50
Rata-Rata (\bar{X})	49	55	53	52	51	54	56	

2. Posttest Kelas Eksperimen

Kode Peserta Didik	KPS 1 Post	KPS 2 Post	KPS 3 Post	KPS 4 Post	KPS 5 Post	KPS 6 Post	KPS 7 Post	Rata-Rata (\bar{X})
A001	75	100	75	75	100	100	75	86
A002	100	100	75	75	75	75	75	82
A003	100	75	75	75	75	100	100	86
A004	100	100	100	75	75	100	75	89
A005	100	75	100	100	100	100	75	93
A006	100	75	75	75	75	100	75	82
A007	100	100	75	100	75	75	100	89
A008	100	100	75	75	75	100	100	89
A009	100	75	75	100	100	75	75	86
A010	100	100	100	100	75	100	100	96
A011	100	100	100	100	100	75	75	93

A012	100	75	100	100	100	100	100	96
A013	100	100	100	100	100	100	100	100
A014	100	100	100	75	100	100	100	96
A015	100	100	100	100	100	75	75	93
A016	75	100	75	100	75	75	100	86
A017	100	75	100	100	75	75	75	86
A018	100	100	75	100	100	75	75	89
A019	100	100	100	75	100	100	100	96
A020	75	100	100	100	100	100	100	96
A021	75	100	75	75	100	100	100	89
A022	100	100	100	100	100	100	100	100
A023	100	75	100	75	100	75	100	89
A024	100	100	100	100	100	100	100	100
A025	100	75	100	100	100	100	100	96
A026	100	75	75	100	75	100	100	89
A027	100	100	100	75	100	100	100	96
A028	100	75	100	100	100	100	100	96
A029	100	100	100	75	100	100	100	96
A030	100	75	100	100	100	100	100	96

A031	100	100	100	75	100	100	100	96
A032	100	75	100	100	100	100	100	96
A033	100	100	100	100	100	100	100	100
A034	75	100	100	100	100	100	100	96
A035	100	100	100	100	75	100	100	96
A036	100	75	100	100	100	100	100	96
Rata-Rata (\bar{X})	97	91	92	91	92	94	93	



Lampiran 14. Data Hasil *Pretest* dan *Posttest* Kelas Kontrol

1. *Pretest* Kelas Kontrol

Kode Peserta Didik	KPS 1 Pre	KPS 2 Pre	KPS 3 Pre	KPS 4 Pre	KPS 5 Pre	KPS 6 Pre	KPS 7 Pre	Rata-Rata (\bar{X})
A001	50	50	25	50	50	50	50	46
A002	50	50	50	75	50	50	75	57
A003	50	50	50	75	50	50	75	57
A004	50	50	50	50	25	50	50	46
A005	50	25	50	75	50	75	75	57
A006	25	50	75	50	50	75	50	54
A007	50	75	50	50	25	50	50	50
A008	50	75	75	50	25	50	50	54
A009	25	50	50	50	50	50	50	46
A010	50	50	75	25	50	50	50	50
A011	50	25	50	50	50	50	50	46
A012	50	50	50	25	50	50	50	46
A013	25	50	50	25	50	50	50	43
A014	50	75	50	50	50	50	50	54
A015	75	50	75	50	50	50	50	57

A016	50	50	50	50	50	50	75	54
A017	50	50	50	50	50	75	75	57
A018	50	50	50	75	50	75	75	61
A019	25	50	50	50	50	50	75	50
A020	25	50	50	75	50	50	75	54
A021	50	50	50	50	25	50	50	46
A022	50	25	50	75	25	50	50	46
A023	50	50	50	75	50	50	50	54
A024	50	50	50	50	50	50	50	50
A025	50	50	50	50	50	50	50	50
A026	50	50	75	50	50	50	50	54
A027	50	50	50	50	50	50	50	50
A028	50	25	75	50	50	75	50	54
A029	50	50	50	50	50	50	50	50
A030	50	50	75	50	50	50	50	54
A031	50	50	50	50	50	50	50	50
A032	50	50	50	50	25	50	50	46
A033	50	50	75	50	50	50	50	54
A034	50	50	50	75	75	50	50	57

A035	50	75	50	50	75	75	75	64
A036	50	25	50	50	50	50	50	46
Rata-Rata (\bar{X})	47	49	55	53	47	54	56	

2. *Posttest* Kelas Kontrol

Kode Peserta Didik	KPS 1 Post	KPS 2 Post	KPS 3 Post	KPS 4 Post	KPS 5 Post	KPS 6 Post	KPS 7 Post	Rata-Rata (\bar{X})
A001	100	100	75	75	50	75	100	82
A002	100	75	75	75	75	75	75	79
A003	100	100	75	100	75	100	75	89
A004	75	75	75	75	50	75	50	68
A005	50	75	75	75	50	75	75	68
A006	75	100	100	100	75	100	75	89
A007	75	75	50	75	75	75	75	71
A008	75	75	100	75	75	100	75	82
A009	50	75	75	100	50	75	75	71
A010	100	100	100	100	75	75	75	89
A011	75	75	100	75	75	75	75	79
A012	75	75	75	75	50	75	75	71

A013	100	100	75	100	50	75	50	79
A014	100	75	75	100	50	50	75	75
A015	100	100	100	75	75	50	75	82
A016	75	50	75	100	75	75	100	79
A017	75	75	75	75	50	75	75	71
A018	75	75	75	75	75	75	100	79
A019	75	75	75	75	50	75	75	71
A020	75	100	100	75	75	75	75	82
A021	75	100	75	100	75	75	50	79
A022	75	75	100	75	75	100	100	86
A023	75	100	100	75	75	75	100	86
A024	75	75	100	75	50	50	75	71
A025	75	50	75	75	75	50	75	68
A026	100	75	100	75	75	75	75	82
A027	75	100	75	75	75	75	75	79
A028	75	75	100	75	100	100	100	89
A029	100	75	75	75	75	75	100	82
A030	75	75	100	100	100	75	100	89
A031	75	100	75	75	75	100	100	86

A032	100	100	75	75	75	100	75	86
A033	75	100	100	100	75	75	75	86
A034	100	75	75	100	75	75	100	86
A035	75	75	100	75	75	75	75	79
A036	75	75	75	75	50	75	75	71
Rata-Rata (\bar{X})	81	83	84	83	69	77	80	



Lampiran 15. Data *N-Gain* Keterampilan Proses Sains

1. Kelas Eksperimen (X.4)

Indikator KPS	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>	<i>Post-Pre</i>	100-Pre	<i>N-Gain</i>
Mengamati	49	97	48.00	51.00	0.94
Mengklasifikasi	55	91	36.00	45.00	0.80
Menginterpretasi	53	92	39.00	47.00	0.83
Meramalkan	52	91	39.00	48.00	0.81
Merencanakan	51	92	41.00	49.00	0.84
Menerapkan	54	94	40.00	46.00	0.87
Mengkomunikasikan	56	93	37.00	44.00	0.84
Rata-Rata <i>N-Gain</i>					0,8472

2. Kelas Kontrol (X.1)

Indikator KPS	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>	<i>Post-Pre</i>	100-Pre	<i>N-Gain</i>
Mengamati	47	81	34.00	53.00	0.64
Mengklasifikasi	49	83	34.00	51.00	0.67
Menginterpretasi	55	84	29.00	45.00	0.64
Meramalkan	53	83	30.00	47.00	0.64
Merencanakan	47	69	22.00	53.00	0.42
Menerapkan	54	77	23.00	46.00	0.50
Mengkomunikasikan	56	80	24.00	44.00	0.55
Rata-Rata <i>N-Gain</i>					0,5788

Lampiran 16. Rekapitulasi Keterampilan Proses Sains Kelas Eksperimen Pada Kegiatan Penyelidikan

1. Rekapitulasi Keterampilan Proses Sains Pada Lembar Kerja Peserta Didik Pertemuan Ke-1

Kode Peserta Didik	Mengamati	Mengklasifikasi	Menginterpretasi	Meramalkan	Merencanakan	Menerapkan	Mengkomunikasikan
A001	75	50	75	75	75	75	75
A002	75	75	75	75	75	75	75
A003	75	75	75	75	75	75	75
A004	75	75	75	75	75	75	75
A005	75	75	75	75	75	75	75
A006	75	50	75	75	75	75	75
A007	75	75	75	75	75	75	75
A008	75	75	75	75	75	75	75
A009	75	75	75	75	75	75	75
A010	75	75	75	75	75	75	75
A011	75	100	75	75	75	75	75
A012	75	100	75	75	75	75	75
A013	75	75	75	75	75	75	100
A014	75	100	75	75	75	75	100
A015	75	100	75	75	75	75	100
A016	75	75	75	75	75	75	75
A017	75	75	75	75	75	75	75
A018	75	100	75	75	75	75	75
A019	75	100	75	75	75	75	75
A020	75	75	75	75	75	75	75
A021	75	75	75	75	75	75	100

Kode Peserta Didik	Mengamati	Mengklasifikasi	Menginterpretasi	Meramalkan	Merencanakan	Menerapkan	Mengkomunikasikan
A022	75	75	75	75	75	75	75
A023	75	100	75	75	75	75	100
A024	75	100	75	75	75	75	100
A025	75	75	75	75	75	75	75
A026	75	75	75	75	75	75	75
A027	75	100	75	75	75	75	75
A028	75	100	75	75	75	75	75
A029	75	75	75	75	75	75	100
A030	75	100	75	75	75	75	75
A031	75	75	75	75	75	75	75
A032	75	75	75	75	75	75	75
A033	75	75	75	75	75	75	100
A034	75	100	75	75	75	75	75
A035	75	100	75	75	75	75	75
A036	75	75	75	75	75	75	75
Rata-Rata (\bar{X})	75,00	82,64	75,00	75,00	75,00	75,00	80,56

2. Rekapitulasi Keterampilan Proses Sains Pada Lembar Kerja Peserta Didik Pertemuan Ke-2

Kode Peserta Didik	Mengamati	Mengklasifikasi	Menginterpretasi	Meramalkan	Merencanakan	Menerapkan	Mengkomunikasikan
A001	75	100	75	75	75	75	75
A002	75	100	75	75	75	100	75

Kode Peserta Didik	Mengamati	Mengklasifikasi	Menginterpretasi	Meramalkan	Merencanakan	Menerapkan	Mengkomunikasikan
A003	100	100	75	75	75	75	75
A004	100	100	100	75	75	75	75
A005	100	100	75	75	75	75	75
A006	75	100	75	75	75	75	75
A007	100	100	100	75	100	100	75
A008	75	100	75	75	100	100	75
A009	100	100	75	75	75	75	75
A010	75	100	100	75	75	75	100
A011	75	100	100	75	100	100	75
A012	100	100	75	75	100	100	100
A013	100	100	75	75	75	75	75
A014	100	100	100	75	75	75	75
A015	75	100	75	75	100	100	75
A016	75	100	75	75	75	75	100
A017	100	100	75	75	100	100	100
A018	100	100	75	75	100	75	75
A019	100	100	75	75	75	75	100
A020	100	100	75	75	100	75	100
A021	75	75	75	75	100	100	75
A022	100	100	100	75	75	100	100
A023	100	100	100	75	100	100	100
A024	100	100	100	75	100	100	100
A025	100	100	100	75	75	75	100

Kode Peserta Didik	Mengamati	Mengklasifikasi	Menginterpretasi	Meramalkan	Merencanakan	Menerapkan	Mengkomunikasikan
A026	100	100	100	75	100	100	75
A027	100	100	100	75	75	75	100
A028	100	100	100	75	75	75	100
A029	100	100	75	75	75	100	75
A030	100	100	75	75	75	75	75
A031	100	100	100	75	75	75	100
A032	100	100	100	75	75	100	75
A033	100	100	100	75	75	100	100
A034	100	100	75	75	75	100	100
A035	100	100	100	75	75	100	75
A036	100	100	75	75	75	100	75
Rata-Rata (\bar{X})	93,75	99,31	86,11	75,00	83,33	87,50	85,42

3. Rekapitulasi Keterampilan Proses Sains Pada Lembar Kerja Peserta Didik Pertemuan Ke-3

Kode Peserta Didik	Mengamati	Mengklasifikasi	Menginterpretasi	Meramalkan	Merencanakan	Menerapkan	Mengkomunikasikan
A001	75	75	75	75	75	100	100
A002	75	100	75	75	75	100	100
A003	75	75	75	75	75	100	100
A004	75	100	100	75	100	100	100
A005	75	75	100	75	100	100	100
A006	75	100	100	75	100	100	100

Kode Peserta Didik	Mengamati	Mengklasifikasi	Menginterpretasi	Meramalkan	Merencanakan	Menerapkan	Mengkomunikasikan
A007	75	75	100	75	100	100	100
A008	75	75	100	75	100	100	100
A009	75	100	75	100	100	100	100
A010	75	100	75	100	100	100	100
A011	75	100	100	75	75	100	100
A012	75	100	100	75	75	100	100
A013	75	100	75	100	100	100	100
A014	75	100	100	100	100	100	100
A015	75	100	100	100	75	100	100
A016	75	100	100	75	100	100	100
A017	75	100	100	100	75	100	100
A018	75	100	100	100	100	100	100
A019	75	100	100	100	100	100	100
A020	75	100	100	100	75	100	100
A021	75	75	75	75	100	100	100
A022	75	100	100	100	100	100	100
A023	75	100	100	75	100	100	100
A024	75	100	100	100	100	100	100
A025	75	100	100	75	100	100	100
A026	75	100	100	100	100	100	100
A027	75	100	100	100	100	100	100
A028	75	100	100	75	75	100	100
A029	75	100	100	75	100	100	100

Kode Peserta Didik	Mengamati	Mengklasifikasi	Menginterpretasi	Meramalkan	Merencanakan	Menerapkan	Mengkomunikasikan
A030	75	100	100	75	100	100	100
A031	75	100	100	75	75	100	100
A032	75	100	100	75	75	100	100
A033	75	100	100	100	100	100	100
A034	75	100	100	75	75	100	100
A035	75	100	100	75	75	100	100
A036	75	100	100	75	75	100	100
Rata-Rata (\bar{X})	75,00	95,83	95,14	84,72	90,28	100	100

4. Rekapitulasi Keterampilan Proses Sains Pada Lembar Kerja Peserta Didik Pertemuan 1, 2, dan 3

Keterampilan Proses Sains	Nilai LKPD Ke-1	Nilai LKPD Ke-2	Nilai LKPD Ke-3	Rata-Rata
Mengamati	75,00	93,75	75,00	81,25
Mengklasifikasi	82,64	99,31	95,83	92,59
Menginterpretasi	75,00	86,11	95,14	85,42
Meramalkan	75,00	75,00	84,72	78,24
Merencanakan	75,00	83,33	90,28	82,87
Menerapkan	75,00	87,50	100,00	87,50
Mengkomunikasikan	80,56	85,42	100,00	88,66
Rata-Rata Total	76,88	87,20	91,57	85,22

Lampiran 17. Hasil Uji Prasyarat

1. Data Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality							
	Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	pre a	.134	36	.099	.965	36	.307
	post a	.160	36	.020	.946	36	.079
	pre b	.165	36	.014	.948	36	.091
	post b	.135	36	.094	.952	36	.120

a. Lilliefors Significance Correction

2. Data Hasil Uji Homogenitas Varian

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Posttest

F	df1	df2	Sig.
3.127	1	70	.081

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

a. Design: Intercept + Pretest + Kelas

3. Data Hasil Uji Homogenitas Regresi

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3221.393 ^a	3	1073.798	30.651	.000
Intercept	3235.605	1	3235.605	92.358	.000
Kelas	73.139	1	73.139	2.088	.153
Pretest	23.896	1	23.896	.682	.412
Kelas * Pretest	13.409	1	13.409	.383	.538
Error	2382.260	68	35.033		
Total	506771.000	72			
Corrected Total	5603.653	71			

a. R Squared = .575 (Adjusted R Squared = .556)

Lampiran 18. Hasil Uji Deskriptif Statistik

1. Hasil *N-Gain* Kelas Eksperimen (X.4)

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Ngain_Score	7	.80	.94	.8472	.04693
Valid N (listwise)	7				

2. Hasil *N-Gain* Kelas Eksperimen (X.4)

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Ngain_Score	7	.42	.67	.5788	.09454
Valid N (listwise)	7				



Lampiran 19. Hasil Uji Hipotesis

Uji Hipotesis digunakan untuk mengetahui ada perbedaan keterampilan proses sains antara peserta didik yang dibelajarkan dengan strategi API dan dengan strategi pembelajaran konvensional. Uji hipotesis dalam penelitian ini dianalisis dengan Ancova (*Analysis of Covariance*), dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Merumuskan hipotesis statistik

$H_0: \mu_1 = \mu_2$, Tidak terdapat perbedaan keterampilan proses sains antar peserta didik yang belajar menggunakan strategi API (*Authentic Problem Inquiry*) dengan strategi konvensional.

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, Ada perbedaan keterampilan proses sains antara peserta didik yang belajar menggunakan strategi API (*Authentic Problem Inquiry*) dengan strategi konvensional.

b. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi pada penelitian ini adalah 5% ($\alpha = 0,05$).

c. Menentukan kriteria keputusan

H_0 ditolak bila nilai $p \leq 0,05$

H_0 gagal ditolak bila nilai $p > 0,05$

d. Menentukan perhitungan/Analisis dengan SPSS

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	3207.983 ^a	2	1603.992	46.198	.000	.572
Intercept	3284.514	1	3284.514	94.600	.000	.578
Pretest	21.303	1	21.303	.614	.436	.009
Kelas	3155.470	1	3155.470	90.884	.000	.568
Error	2395.669	69	34.720			
Total	506771.000	72				
Corrected Total	5603.653	71				

a. R Squared = ,572 (Adjusted R Squared = ,560)

e. Membuat keputusan

Keputusan yang dibuat sesuai dengan kriteria pengujian, di mana hasil uji ANCOVA (*Analysis of Covariance*) dengan varian homogen menunjukkan probabilitas $p < 0,05$ untuk itu diambil keputusan bahwa H_0 ditolak yang artinya H_1 diterima.

f. Membuat kesimpulan

Keputusan dibuat berdasarkan hasil keputusan jika H_0 ditolak (H_1 diterima), maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan proses sains antara peserta didik yang belajar dengan menggunakan strategi API (*Authentic Problem Inquiry*) dan dengan strategi konvensional pada pembelajaran biologi di kelas X.

Lampiran 20. Hasil Power Point Terbaik Peserta Didik Kelas Eksperimen (X.4)

**MENJELAJAH HARMONI ALAM:
INTERAKSI BIOTIK DAN ABIOTIK
DALAM EKOSISTEM**
KELOMPOK 6

ANGGOTA KELOMPOK

- I Gede Cahya Pratama (11)
- I Gusti Ngurah Abhichandra Maheswara Djati (12)
- I Kadek Aditya Pramustiguna (13)
- I Nengah Dwi Wira Satya (19)
- Ni Kadek Marsya Triska Putri (26)
- Putu Mezaluna Putriyanti (35)

Orientasi Masalah

Perubahan Lingkungan Sekolah

yuk cari tau

Gangguan jaring-jaring makanan di lingkungan sekolah terjadi akibat hilangnya habitat alami, seperti berkurangnya area hijau dan vegetasi. Pembangunan infrastruktur dan kurangnya penghijauan menyebabkan berkurangnya produsen alami, seperti tumbuhan yang menjadi sumber makanan bagi serangga. Akibatnya, populasi konsumen tingkat pertama (serangga) dan konsumen tingkat kedua (burung, predator kecil) menurun, mengganggu keseimbangan ekosistem. Hal ini mengurangi keberagaman hayati dan menghilangkan fungsi penting ekosistem, seperti penyerbukan dan pengendalian hama alami.

Diskusi Klarifikasi Istilah

- Jaringan makanan/rantai makanan merupakan perpindahan energi dari organisme pada suatu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya dalam peristiwa makan dan dimakan dengan urutan tertentu.
- Vegetasi adalah kumpulan dari beberapa jenis tumbuhan yang tumbuh bersama-sama pada suatu tempat membentuk suatu kesatuan dimana individu-individunya saling tergantung satu sama lain yang disebut sebagai komunitas tumbuh-tumbuhan.
- Konsumen tingkat 1 atau konsumen primer adalah organisme yang menempati urutan tingkat trofik kedua pada. Umumnya, konsumen primer adalah hewan herbivora dan sebagian besar memakan tumbuhan.
- Konsumen tingkat 2 atau konsumen sekunder adalah organisme yang menempati urutan tingkat trofik ketiga. Konsumen sekunder umumnya ditempati oleh hewan-hewan karnivora yang sebagian besar adalah hewan pemakan daging.

Perumusan Masalah

1. Apa saja organisme yang berperan sebagai produsen, konsumen, dan dekomposer dalam rantai makanan di lingkungan sekitar?

- Produsen: Tumbuhan Hijau
- Konsumen Primer: Ulat
- Konsumen Sekunder: Laba-laba
- Konsumen Tersier: Burung Wren
- Dekomposer: Jamur



2. Apa yang terjadi pada keseimbangan rantai makanan jika salah satu tingkat trofik seperti produsen atau konsumen mengalami penurunan populasi secara drastis?

- Sebaliknya, jika konsumen tingkat pertama menurun, populasi produsen bisa meningkat secara berlebihan, yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam pertumbuhan vegetasi.
- Di sisi lain, jika konsumen puncak seperti predator mengalami penurunan drastis, maka populasi mangsa mereka bisa meningkat tajam dan menyebabkan tekanan berlebihan terhadap produsen atau konsumen lain di bawahnya.
- Oleh karena itu, setiap perubahan signifikan pada salah satu tingkat trofik dapat memicu reaksi berantai yang mengganggu aliran energi dan kestabilan ekosistem secara keseluruhan.

- Jika salah satu tingkat trofik dalam rantai makanan, seperti produsen atau konsumen, mengalami penurunan populasi secara drastis, maka keseimbangan ekosistem akan terganggu.
- Produsen, seperti tumbuhan, berperan sebagai sumber utama energi bagi seluruh makhluk hidup dalam ekosistem. Jika jumlah produsen menurun, konsumen tingkat pertama seperti herbivora akan kekurangan makanan, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan populasi mereka.
- Dampak ini kemudian berlanjut ke konsumen tingkat lebih tinggi seperti karnivora, yang juga akan mengalami penurunan populasi akibat berkurangnya mangsa.



3. Apa langkah-langkah yang dapat diambil untuk memulihkan jaring-jaring makanan dan mendukung keberlanjutan ekosistem di lingkungan?

- Melaksanakan edukasi lingkungan secara rutin, seperti kegiatan piket kebersihan, lomba lingkungan, atau penyuluhan, agar seluruh warga sekolah sadar akan pentingnya menjaga ekosistem dan jaring-jaring makanan.



- Melestarikan area hijau di sekolah, seperti taman, kebun, atau hutan mini sekolah, agar tetap menjadi habitat bagi serangga, burung, dan makhluk hidup lainnya yang berperan dalam jaring-jaring makanan.



- Melakukan kegiatan penghijauan, seperti menanam pohon, tanaman bunga, atau tanaman obat keluarga (toga), untuk mendukung peran produsen dan menyediakan makanan bagi organisme lain.



- Mengurangi polusi di lingkungan sekolah, dengan cara membuang sampah pada tempatnya, melakukan daur ulang, serta menghindari penggunaan bahan kimia berbahaya yang dapat mencemari tanah dan air.



Amatilah kebun atau lingkungan di sekitar sekolah



Hasil Pengamatan

No	Nama Organisme
1.	Rumput
2.	Ulat
3.	Laba laba
4.	Burung
5.	Jamur

Kelompokkan organisme tersebut berdasarkan kedudukannya dalam suatu rantai makanan

- Produsen: Rumput**
- Konsumen tingkat 1: Ulat**
- Konsumen tingkat 2: Laba laba**
- Konsumen tingkat 3: Burung**
- Dekomposer: Jamur**

RANTAI MAKANAN



PERAN DALAM EKOSISTEM

Produsen: Tumbuhan Hijau

- Peran: Menghasilkan makanan sendiri melalui fotosintesis dan menjadi sumber energi utama bagi makhluk hidup lain.
- Interaksi: Menyediakan energi dan nutrisi bagi konsumen primer (ulat).



Konsumen Primer: Ulat

- Peran: Herbivora, memakan tumbuhan langsung.
- Interaksi: Mengalirkan energi dari produsen ke konsumen tingkat berikutnya. Dimakan oleh laba-laba.



Konsumen Sekunder: Laba-laba

- Peran: Karnivora tingkat pertama, memakan herbivora seperti ulat.
- Interaksi: Mengontrol populasi herbivora dan menjadi sumber makanan bagi predator di atasnya.



Konsumen Tersier: Burung

- Peran: Predator tingkat tinggi, memakan konsumen sekunder seperti laba-laba.
- Interaksi: Menjaga keseimbangan populasi hewan-hewan kecil dalam ekosistem.



Dekomposer: Jamur

- Peran: Menguraikan sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati (termasuk tumbuhan, ulat, laba-laba, dan burung wren).
- Interaksi: Mengembalikan unsur hara ke dalam tanah agar bisa digunakan kembali oleh tumbuhan hijau.



KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, setiap organisme memiliki peran tertentu dalam rantai makanan. Produsen menyediakan energi bagi konsumen, sementara dekomposer menguraikan bahan organik, mendukung keberlangsungan ekosistem. Gangguan pada salah satu tingkat trofik dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem secara keseluruhan.



THANKYOU



Lampiran 21. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Kegiatan Pelatihan Strategi API



Gambar 2. Kegiatan Uji Validitas Butir di Kelas 11



Gambar 3. Pelaksanaan *Pretest* di Kelas Eksperimen



Gambar 4. Pelaksanaan *Pretest* di Kelas Kontrol



Gambar 5. Tahap Orientasi Masalah di Kelas Eksperimen



Gambar 6. Tahap Perumusan Masalah di Kelas Eksperimen



Gambar 7. Tahap Penyelidikan di Kelas Eksperimen



Gambar 8. Tahap Pertukaran Hasil di Kelas Eksperimen



Gambar 9. Tahap Evaluasi dan Refleksi di Kelas Eksperimen



Gambar 10. Pelaksanaan Pembelajaran Pertemuan 1 di Kelas Kontrol



Gambar 11. Pelaksanaan Pembelajaran Pertemuan 2 di Kelas Kontrol



Gambar 12. Pelaksanaan Pembelajaran Pertemuan 3 di Kelas Kontrol



Gambar 13. Pelaksanaan *Posttest* di Kelas Eksperimen



Gambar 14. Pelaksanaan *Posttest* di Kelas Kontrol

Lampiran 22. Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP



Putu Lia Rusita Dewi lahir di Lembongan, Kecamatan Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali pada 18 Januari 2003. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan I Komang Sudiarta, S.H. dan Ni Luh Rusminingsih, S.E. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Hindu. Kini penulis beralamat di Banjar Kelod, Desa Lembongan, Kecamatan Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali. Penulis menyelesaikan Pendidikan dasar di SD Negeri 3 Lembongan dan lulus pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan di SMP Negeri 4 Nusa Penida dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2021, penulis lulus di SMA Negeri 1 Semarapura dan melanjutkan pendidikan ke Program S1 Pendidikan Biologi di Universitas Pendidikan Ganesha. Pada semester akhir tahun 2025, penulis telah menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Penerapan Strategi Pembelajaran API (*Authentic Problem Inquiry*) Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi Kelas X SMA Negeri 1 Semarapura”. Selanjutnya, mulai tahun 2025 sampai dengan penulisan skripsi ini, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Program S1 Pendidikan Biologi di Universitas Pendidikan Ganesha.

Lampiran 23. Pernyataan Keaslian Tulisan

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “**Penerapan Strategi Pembelajaran *Authentic Problem Inquiry* (API) Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi Kelas X SMA Negeri 1 Semarapura**” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja, 18 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Putu Lia Rusita Dewi
NIM. 2113041024

