

LAMPIRAN



Lampiran 1. Surat Bukti Pelaksanaan Penelitian

	ປະຕິສັງຄົມປະເທດບາລີ PEMERINTAH PROVINSI BALI ປະລິທິສັດປະເທດບາລີ SMA NEGERI BALI MANDARA Jl. Air Sanih, Ds. Kubutambahan, Kec. Kubutambahan, Kab. Buleleng 81172 Telp. (0362) 3435051 Web: smanbalimandara.sch.id, Email: info@smanbalimandara.sch.id											
<u>SURAT KETERANGAN</u> Nomor: B.10.400.3.8.1/2855/SMAN Bali Mandara/DIKPORA												
Yang bertanda tangan di bawah ini: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Nama</td> <td>: Ni Made Sri Narawati, S.Pd., M.Pd.</td> </tr> <tr> <td>NIP</td> <td>: 19810122 201503 2 003</td> </tr> <tr> <td>Pangkat/Gol</td> <td>: Penata Tk. I / III d</td> </tr> <tr> <td>Jabatan</td> <td>: Kepala Sekolah</td> </tr> </table>			Nama	: Ni Made Sri Narawati, S.Pd., M.Pd.	NIP	: 19810122 201503 2 003	Pangkat/Gol	: Penata Tk. I / III d	Jabatan	: Kepala Sekolah		
Nama	: Ni Made Sri Narawati, S.Pd., M.Pd.											
NIP	: 19810122 201503 2 003											
Pangkat/Gol	: Penata Tk. I / III d											
Jabatan	: Kepala Sekolah											
Dengan ini menerangkan bahwa: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Nama</td> <td>: I Gede Teguh Arya Mahendra Data</td> </tr> <tr> <td>NIM</td> <td>: 2113041021</td> </tr> <tr> <td>Program Studi</td> <td>: S1 Pendidikan Biologi</td> </tr> <tr> <td>Jurusan</td> <td>: Biologi dan Perikanan Kelautan</td> </tr> <tr> <td>Instansi</td> <td>: Universitas Pendidikan Ganesha</td> </tr> </table>			Nama	: I Gede Teguh Arya Mahendra Data	NIM	: 2113041021	Program Studi	: S1 Pendidikan Biologi	Jurusan	: Biologi dan Perikanan Kelautan	Instansi	: Universitas Pendidikan Ganesha
Nama	: I Gede Teguh Arya Mahendra Data											
NIM	: 2113041021											
Program Studi	: S1 Pendidikan Biologi											
Jurusan	: Biologi dan Perikanan Kelautan											
Instansi	: Universitas Pendidikan Ganesha											
Memang benar yang bersangkutan telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri Bali Mandara yang dilaksanakan pada tanggal 01 s.d. 24 Mei 2025 dengan Judul "Pengaruh Strategi Pembelajaran Authentic Problem Inquiry Terhadap Kemampuan Bernalar Kritis Pada Materi Perubahan Lingkungan di Kelas X SMAN Bali Mandara" Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.												
Kubutambahan, 18 Juli 2025 <u>Ditandatangani secara elektronik oleh:</u> KEPALA SEKOLAH Ni Made Sri Narawati, S.Pd., M.Pd. Penata Tk.I (III/d) NIP. 19810122 201503 2 003												
												
		Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSE  										

Lampiran 2. Definisi Konseptual Instrumen Penelitian

Kemampuan bernalar kritis adalah kapasitas individu untuk mengamati, menganalisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan informasi secara logis dan reflektif guna mengambil keputusan yang tepat. Dalam konteks P5, bernalar kritis mencakup kemampuan berpikir terbuka, sistematis, dan berdasarkan bukti untuk memahami serta menyelesaikan masalah dalam kehidupan nyata. Kemampuan bernalar kritis dalam Profil Pelajar Pancasila terdiri dari 3 elemen utama, yaitu: (1) Memperoleh dan memproses informasi dan gagasan, (2) Menganalisis dan mengevaluasi penalaran, serta (3) Merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri. Setiap elemen memiliki subelemen yang menjelaskan aspek spesifik dari keterampilan berpikir kritis.

Elemen pertama memperoleh dan memproses informasi dan gagasan mencakup 2 subelemen. Subelemen mengajukan pertanyaan menunjukkan bahwa peserta didik yang bernalar kritis tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga memiliki keingintahuan yang tinggi dengan mengajukan pertanyaan yang jelas, logis, dan berbasis fakta untuk menggali sudut pandang lebih dalam. Subelemen mengajukan pertanyaan dipecah menjadi 2 indikator: (1) Menyusun pertanyaan yang jelas dan relevan, yaitu kemampuan mengajukan pertanyaan yang memiliki makna yang mudah dipahami, tidak menimbulkan ambiguitas, serta sesuai dengan topik atau konteks yang sedang dibahas. (2) Mengajukan pertanyaan yang berorientasi pemecahan masalah, yaitu kemampuan mengajukan pertanyaan yang diarahkan pada pencarian solusi terhadap suatu masalah nyata.

Sementara itu, subelemen mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi serta gagasan menekankan pentingnya kemampuan memilah informasi yang kredibel, membedakan fakta dari opini, serta menyusun gagasan secara sistematis berdasarkan sumber yang valid. Subelemen mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan dipecah menjadi 3 indikator: (1) Mengidentifikasi informasi dan gagasan, yaitu kemampuan mengenali dan mengambil informasi utama serta ide pokok dari suatu sumber. (2) Mengklarifikasikan informasi, yaitu kemampuan untuk menjelaskan, mengelompokkan, atau menyusun kembali informasi secara sistematis sehingga lebih mudah dipahami. (3) Mengolah informasi, yaitu kemampuan untuk memahami, menyusun ulang, dan menyajikan data atau informasi dalam bentuk yang lebih bermakna dan mudah dianalisis.

Elemen kedua yaitu menganalisis dan mengevaluasi penalaran berfokus pada subelemen menganalisis dan mengevaluasi penalaran serta prosedurnya, di mana peserta didik mampu membedakan argumen yang valid dari yang bias atau lemah, mengidentifikasi kesalahan logika dalam pemikiran, serta menilai kekuatan suatu bukti sebelum mengambil kesimpulan. Kemampuan ini memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan pola pikir yang lebih sistematis dan berbasis data dalam memecahkan suatu permasalahan. Subelemen menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya dipecah menjadi 3 indikator: (1) Menganalisis penalaran, yaitu kemampuan untuk mengkaji hubungan logis antara sebab dan akibat, serta menilai kesesuaian argumen atau pernyataan berdasarkan bukti atau data. (2) Mengevaluasi kebenaran argumen, yaitu kemampuan untuk menilai validitas suatu pernyataan atau klaim berdasarkan bukti yang tersedia.

Mencakup keterampilan mengidentifikasi kelemahan dalam argumen, membandingkan dengan data atau fakta, dan menyimpulkan apakah argumen tersebut dapat diterima secara logis dan faktual. (3) Menilai konsistensi prosedur, yaitu kemampuan untuk menganalisis apakah langkah-langkah dalam suatu prosedur atau metode dilakukan secara sistematis, berurutan, dan sesuai dengan prinsip ilmiah atau logika yang berlaku.

Elemen ketiga yaitu merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri terdiri dari subelemen merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri, yang mengajarkan peserta didik untuk menilai dan mengoreksi cara berpikir mereka berdasarkan bukti dan informasi baru. Peserta didik yang memiliki keterampilan ini akan lebih terbuka terhadap berbagai sudut pandang, menyadari bahwa pemikiran mereka bisa berkembang, serta mampu melakukan refleksi kritis terhadap keputusan yang mereka buat. Subelemen merefleksi dan mengevaluasi pemikiran sendiri dipecah menjadi 2 indikator: (1) Merefleksi pemikirannya sendiri, yaitu kemampuan untuk meninjau kembali dan mengevaluasi pemahaman, keyakinan, atau tindakan pribadi secara kritis. (2) Mengevaluasi pemikiran sendiri, yaitu kemampuan untuk menilai kualitas dan efektivitas ide, solusi, atau keputusan yang telah dibuat, dengan mempertimbangkan kelebihan, kekurangan, serta relevansi terhadap informasi terbaru.

Lampiran 3. Definisi Operasional Instrumen Penelitian

Kemampuan bernalar kritis dalam penelitian ini dioperasionalkan sebagai skor yang diperoleh peserta didik melalui tes uraian yang berisi 10 butir soal terkait materi perubahan lingkungan. Setiap butir soal merepresentasikan satu indikator dari empat subelemen bernalar kritis. Pada subelemen mengajukan pertanyaan yang dipecah menjadi 2 indikator yaitu: (1) Menyusun pertanyaan yang jelas dan relevan, indikator ini merujuk pada kemampuan peserta didik untuk menyusun pertanyaan yang bermakna, jelas, dan sesuai konteks. Hal ini ditunjukkan melalui pertanyaan-pertanyaan yang diajukan peserta didik seputar penyebab utama perubahan lingkungan dan dampaknya terhadap ekosistem, yang tidak menimbulkan ambiguitas serta berkaitan langsung dengan materi yang dipelajari. (2) Mengajukan pertanyaan yang berorientasi pemecahan masalah, indikator ini merujuk pada kemampuan peserta didik untuk mengajukan pertanyaan yang diarahkan pada pencarian solusi dari masalah lingkungan. Peserta didik menunjukkan indikator ini melalui pertanyaan yang menggali sebab, akibat, dan strategi penyelesaian terhadap perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia.

Subelemen mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan yang dipecah menjadi 3 indikator yaitu: (1) Mengidentifikasi informasi dan gagasan, indikator ini mengukur kemampuan peserta didik dalam menemukan informasi inti dari berbagai sumber, seperti grafik, teks, atau artikel. Kemampuan ini tampak dari kemampuan peserta didik mengenali fakta dan ide pokok yang relevan mengenai faktor penyebab perubahan lingkungan. (2) Mengklarifikasikan informasi, indikator ini mencerminkan kemampuan peserta didik dalam

menjelaskan dan menyusun kembali informasi secara terstruktur. Hal ini terlihat dari kemampuannya menyusun penjelasan sistematis tentang jenis-jenis perubahan lingkungan seperti pencemaran udara atau deforestasi, beserta penyebab dan dampaknya. (3) Mengolah informasi, indikator ini menilai kemampuan peserta didik untuk menyusun ulang dan menyajikan informasi dalam bentuk yang lebih mudah dianalisis. Kemampuan ini ditunjukkan melalui pengubahan data polusi udara menjadi bentuk visual (misalnya tabel atau grafik), serta penyampaian analisis tentang tren yang terlihat.

Subelemen menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya dipecah menjadi 3 indikator: (1) Menganalisis penalaran, indikator ini mengacu pada kemampuan peserta didik untuk memahami hubungan sebab-akibat secara logis. Hal ini terlihat dari analisis peserta didik terhadap keterkaitan aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, dengan fenomena lingkungan seperti pemanasan global. (2) Mengevaluasi kebenaran argumen, indikator ini merujuk pada kemampuan peserta didik dalam menilai validitas suatu pernyataan berdasarkan bukti ilmiah. Kemampuan ini tampak saat peserta didik mengkritisi pernyataan yang tidak sesuai dengan fakta, kemudian menyimpulkan dengan mengacu pada data dari sumber yang kredibel. (3) Menilai konsistensi prosedur, indikator ini mengukur kemampuan peserta didik dalam menilai urutan langkah suatu prosedur atau metode. Hal ini ditunjukkan melalui kemampuan mengevaluasi apakah prosedur penelitian lingkungan disusun secara sistematis, logis, dan sesuai dengan prinsip ilmiah.

Subelemen merefleksi dan mengevaluasi pemikiran sendiri dipecah menjadi 2 indikator: (1) Merefleksi pemikirannya sendiri, indikator ini menunjukkan

kemampuan peserta didik dalam mengevaluasi cara berpikir dan perilakunya sendiri. Peserta didik menunjukkan indikator ini dengan cara meninjau kembali dampak kebiasaan sehari-hari terhadap lingkungan dan memberikan alasan yang mendukung refleksinya. (2) Mengevaluasi pemikiran sendiri, indikator ini menilai kemampuan peserta didik untuk menilai kualitas solusi yang dibuatnya. Hal ini tampak dari penilaian peserta didik terhadap efektivitas solusi lingkungan yang diusulkan, serta kemampuannya merevisi solusi berdasarkan informasi baru.



Lampiran 4. Kisi-kisi Tes Kemampuan Bernalar Kritis pada Materi Perubahan Lingkungan

Capaian Pembelajaran pada Fase E	Tujuan Pembelajaran	Subelemen	Indikator	Indikator Soal	No. Soal
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.	Merencanakan dan melakukan penyelidikan untuk mengetahui penyebab dan dampak perubahan lingkungan serta mengkampanyekan solusi pencegahannya.	Mengajukan Pertanyaan	Menyusun pertanyaan yang jelas dan relevan	Peserta didik mampu menyusun pertanyaan bermakna yang mudah dipahami, tidak menimbulkan ambiguitas, serta sesuai dengan topik atau konteks yang sedang dibahas yaitu penyebab utama perubahan lingkungan dan dampaknya terhadap ekosistem secara spesifik	1
			Mengajukan pertanyaan yang berorientasi pemecahan masalah	Peserta didik mampu mengajukan pertanyaan yang secara langsung berkaitan dengan permasalahan perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia, mendorong pencarian solusi atau alternatif tindakan, dan mengandung unsur eksplorasi terhadap sebab, akibat, atau strategi penyelesaian.	2
		Mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan.	Mengidentifikasi informasi dan gagasan	Peserta didik mampu menemukan informasi inti dari grafik atau artikel terkait perubahan lingkungan dan menjelaskan faktor-faktor penyebabnya secara ringkas dan tepat.	3
			Mengklarifikasikan informasi	Peserta didik mampu menjelaskan secara rinci dan terstruktur mengenai berbagai bentuk perubahan lingkungan, seperti pencemaran udara, pencemaran air, deforestasi, dan perubahan iklim. Penjelasan mencakup aspek penyebab dan dampak dari masing-masing	4

				perubahan, dengan menggunakan bahasa yang jelas, logis, dan sesuai dengan konteks.	
			Mengolah informasi	Peserta didik mampu menginterpretasikan data mengenai tingkat polusi udara di beberapa kota besar, menyajikannya dalam bentuk tabel atau grafik, serta memberikan analisis tentang tren yang terjadi.	5
		Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya	Menganalisis penalaran	Peserta didik mampu menganalisis hubungan sebab-akibat antara aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil, dengan peningkatan suhu global dan aktivitas industri dengan menurunnya kualitas air menggunakan data ilmiah yang relevan.	6
			Mengevaluasi kebenaran argumen	Peserta didik mampu menilai kebenaran pernyataan seperti “Perubahan lingkungan terjadi secara alami dan manusia tidak berkontribusi terhadapnya” dengan cara membandingkan pernyataan tersebut dengan informasi atau bukti yang tersedia dari sumber yang kredibel. Evaluasi dilakukan melalui analisis kritis yang mencakup pencarian bukti pendukung atau sanggahan, serta penyampaian kesimpulan logis dan terarah.	7
			Menilai konsistensi prosedur	Peserta didik mampu mengidentifikasi dan menilai langkah-langkah dalam suatu prosedur	8

				penelitian lingkungan untuk menentukan apakah prosedur tersebut konsisten dan logis. Penilaian mencakup ketepatan urutan langkah, keterkaitan antar langkah, serta kesesuaian prosedur dengan tujuan yang ingin dicapai.	
		Merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri	Menganalisis pemikiran sendiri	Peserta didik mampu merefleksi dan menilai sejauh mana kebiasaan pribadi (misalnya, penggunaan plastik, konsumsi energi, dan kebiasaan transportasi) berdampak terhadap perubahan lingkungan dan memberikan argumentasi yang mendukung refleksi tersebut.	9
			Mengevaluasi pemikiran sendiri	Peserta didik mampu mengevaluasi solusi yang telah ia buat terkait upaya mengurangi dampak perubahan lingkungan, dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangannya, serta memberikan revisi solusi berdasarkan informasi terbaru yang ditemukan	10



Lampiran 5. Rumusan Soal dan Kunci Jawaban Kemampuan Bernalar Kritis pada Materi Perubahan Lingkungan

Subelemen	Indikator	Indikator Soal	Soal	Kunci Jawaban	No. Soal
Mengajukan Pertanyaan	Menyusun pertanyaan yang jelas dan relevan	Peserta didik mampu menyusun pertanyaan bermakna yang mudah dipahami, tidak menimbulkan ambiguitas, serta sesuai dengan topik atau konteks yang sedang dibahas yaitu penyebab utama perubahan lingkungan dan dampaknya terhadap ekosistem secara spesifik	Perubahan lingkungan dapat terjadi akibat berbagai aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil, deforestasi, dan pencemaran air. Dampak dari perubahan ini dapat dirasakan oleh manusia, hewan, dan tumbuhan di dalam ekosistem. Susunlah pertanyaan kritis yang berhubungan dengan penyebab utama perubahan lingkungan serta dampaknya terhadap ekosistem secara spesifik!	1. Bagaimana aktivitas industri yang menghasilkan limbah beracun memengaruhi keseimbangan ekosistem perairan dan organisme yang hidup di dalamnya? 2. Apa dampak jangka panjang dari deforestasi terhadap siklus air dan ketersediaan sumber daya air bagi makhluk hidup? 3. Bagaimana emisi gas rumah kaca akibat pembakaran bahan bakar fosil berkontribusi terhadap perubahan iklim dan berdampak pada pola cuaca global?	1
			Ekosistem mengalami perubahan drastis akibat ulah manusia. Contohnya, polusi udara dari kendaraan dan industri menyebabkan hujan asam, dan pencemaran plastik di lautan berdampak pada kehidupan biota laut. Buatlah pertanyaan kritis yang dapat membantu menelusuri hubungan antara aktivitas manusia dan dampaknya terhadap ekosistem!	1. Bagaimana polusi udara yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil memengaruhi kesehatan manusia serta stabilitas ekosistem hutan? 2. Mengapa pencemaran plastik di laut menjadi ancaman serius bagi rantai makanan di ekosistem perairan? 3. Apa dampak dari konversi hutan menjadi lahan pertanian terhadap keanekaragaman hayati dan ketahanan ekosistem di suatu wilayah?	2
	Mengajukan pertanyaan yang berorientasi	Peserta didik mampu mengajukan pertanyaan yang	Polusi udara akibat emisi kendaraan bermotor dan aktivitas industri telah menyebabkan berbagai masalah	1. Apa kebijakan dan inovasi yang dapat diterapkan oleh pemerintah untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan	3

	pemecahan masalah	secara langsung berkaitan dengan permasalahan perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia, mendorong pencarian solusi atau alternatif tindakan, dan mengandung unsur eksplorasi terhadap sebab, akibat, atau strategi penyelesaian.	lingkungan, termasuk pemanasan global dan gangguan kesehatan manusia. Selain itu, deforestasi yang dilakukan untuk kepentingan industri dan perluasan lahan pertanian juga menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati dan berkurangnya sumber daya alam. Ajukan pertanyaan kritis yang berorientasi pada solusi konkret untuk mengatasi polusi udara dan deforestasi!	dan meningkatkan kualitas udara di perkotaan? 2. Bagaimana cara efektif untuk mengajak masyarakat berpartisipasi dalam program reboisasi guna mengurangi dampak deforestasi secara berkelanjutan?	
			Banyak ekosistem mengalami kerusakan akibat limbah industri yang mencemari air dan tanah. Selain itu, penebangan hutan yang berlebihan menyebabkan perubahan iklim yang semakin tidak menentu. Langkah-langkah konkret diperlukan untuk mengatasi masalah ini agar lingkungan tetap lestari. Buatlah pertanyaan kritis yang mengarah pada solusi nyata dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah industri dan mengatasi dampak deforestasi!	1. Teknologi apa yang dapat diterapkan oleh industri untuk mengelola limbahnya agar tidak mencemari lingkungan? 2. Bagaimana penerapan sistem agroforestri dapat menjadi solusi dalam mengurangi dampak negatif deforestasi?	4
Mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah	Mengidentifikasi informasi dan agasan	Peserta didik mampu menemukan informasi inti dari grafik atau artikel		1. Informasi utama dari grafik: Suhu global mengalami kenaikan secara konsisten dalam 50 tahun terakhir, dengan	5

informasi dan gagasan.		terkait perubahan lingkungan dan menjelaskan faktor-faktor penyebabnya secara ringkas dan tepat.	Tren Kenaikan Suhu Global (1975-2025) Grafik berikut menunjukkan tren peningkatan suhu global rata-rata dalam 50 tahun terakhir (1975–2025). Terlihat bahwa suhu global terus mengalami kenaikan yang signifikan setiap dekade. 1. Apa informasi utama yang dapat diidentifikasi dari tren peningkatan suhu global berdasarkan grafik ini? 2. Sebutkan dan jelaskan dua faktor utama yang menyebabkan kenaikan suhu global dalam 50 tahun terakhir!	peningkatan yang lebih tajam setelah tahun 2000. 2. Dua faktor utama penyebab kenaikan suhu global: a. Emisi Gas Rumah Kaca: Peningkatan karbon dioksida (CO₂) dari pembakaran bahan bakar fosil (kendaraan, pabrik, dan pembangkit listrik) menyebabkan efek rumah kaca yang menjebak panas di atmosfer. b. Deforestasi: Penebangan hutan mengurangi jumlah pohon yang dapat menyerap CO₂, sehingga kadar gas rumah kaca di atmosfer meningkat dan mempercepat pemanasan global.	
			Grafik berikut menunjukkan tren peningkatan suhu global rata-rata dalam 50 tahun terakhir (1975–2025). Terlihat bahwa suhu global terus mengalami kenaikan yang signifikan setiap dekade.	1. Informasi utama dari artikel: Suhu global telah meningkat sekitar 1,2°C dalam 50 tahun terakhir, dengan penyebab utama berasal dari aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil dan deforestasi.	6

			1. Apa informasi utama yang dapat diidentifikasi dari artikel tersebut mengenai tren kenaikan suhu global? 2. Jelaskan dua aktivitas manusia yang berkontribusi besar terhadap peningkatan suhu global!	2. Dua aktivitas manusia yang berkontribusi terhadap peningkatan suhu global: a. Penggunaan Bahan Bakar Fosil: Aktivitas seperti transportasi, industri, dan pembangkit listrik menggunakan batu bara dan minyak bumi, menghasilkan emisi gas rumah kaca yang meningkatkan pemanasan global. b. Perubahan Penggunaan Lahan: Pembukaan lahan untuk pertanian dan urbanisasi menggantikan hutan alami dengan bangunan dan lahan pertanian yang tidak dapat menyerap CO₂ secara efektif.	
	Mengklarifikasi informasi	Peserta didik mampu menjelaskan secara rinci dan terstruktur mengenai berbagai bentuk perubahan lingkungan, seperti pencemaran udara, pencemaran air, deforestasi, dan perubahan iklim. Penjelasan mencakup aspek penyebab dan dampak dari masing-masing perubahan, dengan menggunakan	Perubahan lingkungan terjadi akibat berbagai faktor, baik yang disebabkan oleh alam maupun aktivitas manusia. Beberapa bentuk perubahan lingkungan yang umum terjadi adalah pencemaran udara, pencemaran air, deforestasi, dan perubahan iklim. Tugas Anda: Pilih dua bentuk perubahan lingkungan dari daftar di atas, kemudian: 1. Jelaskan penyebab utama dari masing-masing perubahan lingkungan tersebut. 2. Jelaskan dampak yang ditimbulkan terhadap	1. Pencemaran Udara a. Penyebab: Emisi gas dari kendaraan bermotor, industri, pembakaran bahan bakar fosil, dan kebakaran hutan. b. Dampak: Menyebabkan gangguan pernapasan pada manusia, memperburuk efek rumah kaca, hujan asam yang merusak tanaman dan tanah, serta menurunkan kualitas udara di kota-kota besar. 2. Deforestasi a. Penyebab: Penebangan hutan untuk pertanian, perkebunan, pembangunan infrastruktur, dan eksploitasi kayu.	7

		bahasa yang jelas, logis, dan sesuai dengan konteks.	ekosistem dan kehidupan manusia. Dalam 30 tahun terakhir, laju deforestasi meningkat drastis, terutama di wilayah tropis seperti Amazon dan Kalimantan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya permintaan akan lahan pertanian dan industri kayu. Akibatnya, suhu global meningkat karena hutan yang berfungsi sebagai penyerap karbon semakin berkurang. Tugas Anda: 1. Klarifikasikan informasi dalam artikel tersebut dengan menjelaskan hubungan antara deforestasi dan perubahan iklim! 2. Jelaskan bagaimana deforestasi dapat berdampak lebih luas terhadap ekosistem lain, seperti keanekaragaman hayati dan siklus air.	b. Dampak: Berkurangnya habitat satwa liar, meningkatnya emisi CO₂ karena berkurangnya pohon penyerap karbon, dan terganggunya siklus air yang menyebabkan kekeringan serta banjir. 1. Hubungan deforestasi dan perubahan iklim: a. Deforestasi mengurangi jumlah pohon yang dapat menyerap CO₂, sehingga kadar gas rumah kaca meningkat di atmosfer. b. Peningkatan gas rumah kaca menyebabkan efek rumah kaca lebih kuat, yang berkontribusi pada pemanasan global dan perubahan pola cuaca ekstrem. 2. Dampak terhadap ekosistem lain: a. Keanekaragaman Hayati: Banyak spesies kehilangan habitatnya, menyebabkan kepunahan satwa liar yang bergantung pada hutan. b. Siklus Air: Pohon membantu menyerap dan menyimpan air hujan; jika hutan berkurang, maka risiko banjir meningkat dan ketersediaan air tanah menurun.																																				
Mengolah informasi	Peserta didik mampu menginterpretasikan data mengenai	<table><tr><th>Tahun</th><th>Jakarta</th><th>Beijing</th><th>New Delhi</th><th>Los Angeles</th><th>London</th></tr><tr><td>2019</td><td>45</td><td>78</td><td>92</td><td>25</td><td>20</td></tr><tr><td>2020</td><td>50</td><td>80</td><td>95</td><td>28</td><td>22</td></tr><tr><td>2021</td><td>55</td><td>85</td><td>98</td><td>30</td><td>25</td></tr><tr><td>2022</td><td>60</td><td>88</td><td>100</td><td>32</td><td>28</td></tr><tr><td>2023</td><td>65</td><td>90</td><td>105</td><td>35</td><td>30</td></tr></table>	Tahun	Jakarta	Beijing	New Delhi	Los Angeles	London	2019	45	78	92	25	20	2020	50	80	95	28	22	2021	55	85	98	30	25	2022	60	88	100	32	28	2023	65	90	105	35	30	1. Grafik yang dibuat harus menunjukkan tren peningkatan polusi udara di setiap kota selama lima tahun terakhir. 2. Analisis tren:	8
Tahun	Jakarta	Beijing	New Delhi	Los Angeles	London																																			
2019	45	78	92	25	20																																			
2020	50	80	95	28	22																																			
2021	55	85	98	30	25																																			
2022	60	88	100	32	28																																			
2023	65	90	105	35	30																																			
				9																																				

		tingkat polusi udara di beberapa kota besar, menyajikannya dalam bentuk tabel atau grafik, serta memberikan analisis tentang tren yang terjadi.	Tabel berikut menunjukkan tingkat polusi udara (PM2.5 dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$) di lima kota besar selama lima tahun terakhir. 1. Sajikan data dalam tabel tersebut ke dalam bentuk grafik (garis atau batang) untuk menunjukkan tren tingkat polusi udara di berbagai kota! Analisis tren yang terjadi berdasarkan grafik yang telah Anda buat. Kota mana yang mengalami peningkatan polusi udara paling signifikan, dan apa kemungkinan penyebabnya?	a. New Delhi mengalami peningkatan paling signifikan, dari $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019) menjadi $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2023). Penyebab utama kemungkinan adalah peningkatan jumlah kendaraan bermotor, industri, dan pembakaran sampah yang tidak terkendali. b. Jakarta juga mengalami peningkatan yang cukup tinggi, dari $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ menjadi $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, yang bisa disebabkan oleh urbanisasi dan tingginya emisi kendaraan bermotor. Beijing mengalami kenaikan tetapi lebih lambat dibandingkan kota lain, kemungkinan karena adanya kebijakan pengendalian polusi yang lebih ketat.	
			Dalam 10 tahun terakhir, tingkat polusi udara di kota-kota berkembang meningkat secara signifikan dibandingkan kota-kota maju. Salah satu penyebabnya adalah pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang lebih cepat di negara berkembang. Tugas Anda: 1. Jika Anda memiliki data polusi udara di lima kota yang berbeda, bagaimana cara terbaik untuk menyajikannya agar lebih mudah dipahami?	1. Cara terbaik menyajikan data: a. Menggunakan grafik garis untuk menunjukkan tren peningkatan polusi dari tahun ke tahun. b. Menggunakan diagram batang untuk membandingkan tingkat polusi di berbagai kota pada tahun tertentu. c. Menyajikan tabel yang menunjukkan data numerik secara detail sebelum dibuat grafiknya. 2. Langkah-langkah untuk mengatasi peningkatan polusi:	10

			2. Berdasarkan tren peningkatan polusi di kota berkembang, langkah apa yang dapat dilakukan pemerintah untuk mengatasi masalah ini?	a. Menerapkan kebijakan pembatasan kendaraan pribadi, seperti sistem ganjil-genap atau pajak emisi kendaraan. b. Mendorong penggunaan transportasi umum dan kendaraan listrik untuk mengurangi emisi gas buang. c. Mengontrol emisi industri dengan regulasi ketat dan penerapan teknologi ramah lingkungan. Menanam lebih banyak pohon di kota besar untuk membantu menyerap polutan udara.	
Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya	Menganalisis penalaran	Peserta didik mampu menganalisis hubungan sebab-akibat antara aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil, dengan peningkatan suhu global dan aktivitas industri dengan menurunnya kualitas air menggunakan data ilmiah yang relevan.	Sebuah laporan ilmiah menunjukkan bahwa sejak tahun 1850, suhu global telah meningkat rata-rata 1,2°C, dengan percepatan kenaikan yang lebih tinggi dalam 50 tahun terakhir. Para ilmuwan menyebut bahwa salah satu penyebab utama kenaikan ini adalah penggunaan bahan bakar fosil yang menghasilkan gas rumah kaca. Tugas Anda: 1. Apa hubungan antara penggunaan bahan bakar fosil dan peningkatan suhu global? Jelaskan secara ilmiah. 2. Berdasarkan data ilmiah, gas rumah kaca apa saja yang paling berkontribusi terhadap pemanasan global?	1. Hubungan penggunaan bahan bakar fosil dan peningkatan suhu global: a. Pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi, dan gas alam) menghasilkan karbon dioksida (CO₂), yang meningkatkan kadar gas rumah kaca di atmosfer. b. Gas ini menangkap radiasi panas dari matahari, sehingga suhu bumi terus meningkat (efek rumah kaca). c. Data dari IPCC menunjukkan bahwa sejak Revolusi Industri, kadar CO₂ di atmosfer naik dari 280 ppm menjadi lebih dari 400 ppm, yang beriringan dengan kenaikan suhu global. 2. Gas rumah kaca utama yang berkontribusi terhadap pemanasan global:	11

			3. Jelaskan dua cara untuk mengurangi dampak dari penggunaan bahan bakar fosil terhadap pemanasan global!	a. Karbon dioksida (CO_2) → berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi. b. Metana (CH_4) → berasal dari peternakan, tempat pembuangan sampah, dan eksplorasi gas alam. c. Nitrogen oksida (N_2O) → berasal dari penggunaan pupuk kimia di pertanian. 3. Dua cara mengurangi dampak bahan bakar fosil terhadap pemanasan global: a. Meningkatkan penggunaan energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan hidro untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. b. Menerapkan kebijakan efisiensi energi, seperti mendorong kendaraan listrik dan industri rendah emisi untuk mengurangi gas rumah kaca.	
			Data menunjukkan bahwa di daerah dengan aktivitas industri tinggi, kualitas air sungai menurun drastis, ditandai dengan tingginya kandungan limbah berbahaya dan menurunnya jumlah organisme air seperti ikan dan serangga. Jelaskan bagaimana aktivitas manusia di sektor industri dapat menyebabkan pencemaran air dan dampaknya terhadap ekosistem	Aktivitas industri sering menghasilkan limbah cair yang dibuang ke sungai tanpa pengolahan yang memadai. Limbah ini mengandung zat kimia berbahaya seperti logam berat atau bahan beracun yang mencemari air. Pencemaran ini mengurangi kualitas air, membuatnya berbahaya bagi makhluk hidup. Organisme air seperti ikan dan serangga menjadi mati atau berpindah karena lingkungan tidak lagi mendukung kehidupan. Maka, terdapat hubungan sebab-	12

			perairan! Uraikan hubungan sebab-akibatnya secara logis.	akibat yang jelas antara aktivitas industri (penyebab) dengan pencemaran air dan kerusakan ekosistem perairan (akibat).	
	Mengevaluasi kebenaran argumen	Peserta didik mampu menilai kebenaran pernyataan seperti "Perubahan lingkungan terjadi secara alami dan manusia tidak berkontribusi terhadapnya" dengan cara membandingkan pernyataan tersebut dengan informasi atau bukti yang tersedia dari sumber yang kredibel. Evaluasi dilakukan melalui analisis kritis yang mencakup pencarian bukti pendukung atau sanggahan, serta penyampaian kesimpulan logis dan terarah.	Sebagian orang berpendapat bahwa "Perubahan lingkungan terjadi secara alami, tanpa pengaruh manusia." 1. Menurut pendapatmu, apakah pernyataan tersebut benar? Jelaskan alasannya! 2. Berikan dua contoh perubahan lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia! 3. Sebutkan satu cara manusia dapat mengurangi dampak buruk dari perubahan lingkungan.	1. Pernyataan tersebut tidak sepenuhnya benar. Memang ada perubahan lingkungan yang terjadi secara alami, seperti letusan gunung berapi atau gempa bumi. Namun, aktivitas manusia juga menyebabkan perubahan lingkungan yang lebih cepat, seperti pemanasan global akibat polusi udara. 2. Dua contoh perubahan lingkungan akibat manusia: a. Polusi udara akibat asap kendaraan dan pabrik yang menyebabkan pemanasan global. b. Penebangan hutan (deforestasi) yang menyebabkan banjir dan hilangnya habitat hewan. 3. Salah satu cara untuk mengurangi dampak perubahan lingkungan: Menggunakan transportasi umum atau kendaraan listrik untuk mengurangi polusi udara.	13
			Perhatikan dua peristiwa berikut: 1. Gunung berapi meletus dan menyemburkan abu ke atmosfer, menyebabkan suhu udara menjadi lebih dingin dalam beberapa waktu.	1. Letusan gunung berapi (peristiwa 1) adalah perubahan lingkungan alami karena terjadi tanpa campur tangan manusia. Penebangan hutan (peristiwa 2) adalah perubahan akibat manusia, karena manusia sengaja menebang pohon untuk kepentingan tertentu.	14

			2. Banyak pohon ditebang untuk membuat lahan pertanian, sehingga udara menjadi lebih panas dan hewan kehilangan tempat tinggal. Tugas Anda: 1. Manakah dari dua peristiwa di atas yang merupakan perubahan lingkungan alami? Manakah yang terjadi karena aktivitas manusia? Jelaskan alasanmu! 2. Apa dampak dari peristiwa nomor 2 terhadap lingkungan dan kehidupan manusia? 3. Bagaimana cara kita mengatasi dampak negatif dari peristiwa nomor 2?	2. Dampak dari penebangan hutan: a. Udara menjadi lebih panas karena pohon tidak lagi menyerap karbon dioksida. b. Hewan kehilangan habitatnya, sehingga beberapa spesies bisa punah. c. Tanah menjadi lebih mudah longsor dan banjir lebih sering terjadi. 3. Cara mengatasi dampak penebangan hutan: a. Menanam kembali pohon yang ditebang (reboisasi). b. Menggunakan kayu secara bijak dan mengurangi pembukaan hutan untuk lahan pertanian.	
Menilai konsistensi prosedur	Peserta didik mampu mengidentifikasi dan menilai langkah-langkah dalam suatu prosedur penelitian lingkungan untuk menentukan apakah prosedur tersebut konsisten dan logis. Penilaian mencakup ketepatan urutan langkah, keterkaitan antar langkah, serta kesesuaian prosedur	Dalam sebuah eksperimen tentang pencemaran air, seorang siswa menguji tingkat keasaman (pH) air sungai sebelum dan sesudah dibuang limbah pabrik. Namun, ia hanya melakukan pengukuran satu kali di bagian hulu sungai. Apakah metode yang digunakan sudah tepat? Berikan alasan dan saran perbaikan jika diperlukan!	Metode tersebut kurang tepat karena hanya mengukur pH air di satu titik. Agar hasil lebih valid, sebaiknya:	15	
		Seorang peneliti ingin mengukur kadar karbon dioksida (CO ₂) di udara sekitar	Prosedur tersebut kurang tepat karena hanya menggunakan satu titik pengukuran dalam	16	

		dengan tujuan yang ingin dicapai.	kawasan industri. Ia melakukan langkah-langkah berikut: 1. Menggunakan alat pengukur CO₂ di satu titik lokasi selama satu jam. 2. Mencatat hasil pengukuran. 3. Menggunakan hasil tersebut untuk menyimpulkan tingkat polusi udara di seluruh kota. Menurut Anda, apakah langkah-langkah penelitian tersebut sudah benar? Jika ada yang perlu diperbaiki, jelaskan alasannya!	waktu singkat. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, peneliti seharusnya: a. Mengambil sampel di beberapa lokasi berbeda dalam kota. b. Melakukan pengukuran dalam beberapa waktu yang berbeda (pagi, siang, dan malam). c. Mengulangi pengukuran beberapa kali untuk memastikan konsistensi data.	
Merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri	Merefleksi pemikiran sendiri	Peserta didik mampu merefleksi dan menilai sejauh mana kebiasaan pribadi (misalnya, penggunaan plastik, konsumsi energi, dan kebiasaan transportasi) berdampak terhadap perubahan lingkungan dan memberikan argumentasi yang mendukung refleksi tersebut.	Plastik sekali pakai seperti kantong plastik, botol air mineral, dan sedotan sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, plastik membutuhkan waktu ratusan tahun untuk terurai dan dapat mencemari lingkungan, terutama lautan. Tugas Anda: 1. Bagaimana kebiasaan Anda dalam menggunakan plastik sehari-hari? Jelaskan dengan contoh. 2. Menurut Anda, apakah kebiasaan tersebut berdampak positif atau negatif terhadap lingkungan? Berikan alasan yang mendukung jawaban Anda. 3. Sebutkan satu langkah konkret yang dapat Anda	1. Kebiasaan dalam menggunakan plastik: Saya sering menggunakan kantong plastik saat berbelanja dan membeli air minum dalam botol plastik karena lebih praktis. Namun, saya juga mencoba mengurangi penggunaan plastik dengan membawa tas belanja sendiri. 2. Dampak terhadap lingkungan: a. Kebiasaan menggunakan plastik sekali pakai berdampak negatif karena plastik sulit terurai dan dapat mencemari laut serta tanah. b. Jika plastik tidak didaur ulang, bisa mencemari ekosistem dan membahayakan satwa laut yang tidak sengaja memakannya. 3. Langkah konkret yang dapat dilakukan: Saya bisa mulai menggunakan botol minum yang dapat digunakan kembali dan membawa tas kain saat berbelanja	17

			lakukan untuk mengurangi dampak negatif penggunaan plastik terhadap lingkungan.	untuk mengurangi penggunaan plastik sekali pakai.	
			Konsumsi energi dan penggunaan transportasi pribadi (seperti sepeda motor dan mobil) dapat meningkatkan emisi karbon yang berkontribusi pada perubahan iklim. Tugas Anda: 1. Bagaimana kebiasaan Anda dalam menggunakan energi dan transportasi sehari-hari? Jelaskan dengan contoh. 2. Apakah kebiasaan tersebut berdampak terhadap perubahan lingkungan? Jelaskan alasannya. 3. Sebutkan dua cara yang dapat Anda lakukan untuk mengurangi dampak negatif dari konsumsi energi dan penggunaan transportasi pribadi terhadap lingkungan.	1. Kebiasaan dalam menggunakan energi dan transportasi: Saya sering menggunakan sepeda motor untuk pergi ke sekolah dan lupa mematikan lampu serta kipas angin saat tidak digunakan. Namun, saya juga mencoba menghemat listrik dengan menggunakan lampu LED. 2. Dampak terhadap lingkungan: a. Menggunakan kendaraan bermotor setiap hari meningkatkan emisi karbon, yang menyebabkan polusi udara dan pemanasan global. b. Konsumsi listrik yang berlebihan meningkatkan permintaan energi, terutama jika listrik berasal dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil. 3. Dua cara untuk mengurangi dampak negatif: a. Menggunakan transportasi umum, bersepeda, atau berjalan kaki untuk perjalanan pendek agar mengurangi emisi karbon. b. Menghemat listrik dengan mematikan peralatan elektronik saat tidak digunakan dan memilih peralatan hemat energi.	18

	Mengevaluasi pemikiran sendiri	Peserta didik mampu mengevaluasi solusi yang telah ia buat terkait upaya mengurangi dampak perubahan lingkungan, dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangannya, serta memberikan revisi solusi berdasarkan informasi terbaru yang ditemukan	Diatas, Anda telah membuat solusi untuk mengurangi dampak penggunaan plastik, misalnya dengan membawa tas belanja sendiri atau menggunakan botol minum yang dapat digunakan kembali. Tugas Anda: 1. Evaluasi solusi yang telah Anda buat sebelumnya. Apa kelebihan dan kekurangan dari solusi tersebut dalam mengurangi dampak plastik terhadap lingkungan? 2. Apakah solusi yang Anda buat sudah efektif atau masih bisa diperbaiki? Jika masih bisa diperbaiki, jelaskan bagaimana cara merevisinya berdasarkan informasi terbaru yang Anda ketahui!	1. Kelebihan dan kekurangan solusi: a. Kelebihan: Menggunakan tas belanja sendiri dan botol minum mengurangi limbah plastik yang sulit terurai. b. Kekurangan: Tidak semua orang dapat dengan mudah mengubah kebiasaan ini, dan beberapa produk masih dikemas dengan plastik yang sulit digantikan. 2. Revisi solusi berdasarkan informasi terbaru: a. Selain membawa tas belanja sendiri, bisa juga menggunakan produk berbahan biodegradable yang lebih ramah lingkungan. b. Mengajak teman dan keluarga untuk ikut serta, sehingga dampaknya lebih luas. Memanfaatkan program daur ulang di komunitas setempat untuk mengelola plastik yang masih digunakan.	19
			Anda sebelumnya mengusulkan solusi untuk mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan kendaraan bermotor, misalnya dengan menggunakan sepeda atau transportasi umum. Tugas Anda: 1. Evaluasi solusi yang telah Anda buat. Apa kelebihan dan kekurangan solusi tersebut dalam mengurangi emisi gas rumah kaca?	1. Kelebihan dan kekurangan solusi: a. Kelebihan: Menggunakan transportasi umum atau sepeda dapat mengurangi emisi karbon dan menghemat bahan bakar. b. Kekurangan: Transportasi umum mungkin belum tersedia di semua tempat, dan menggunakan sepeda tidak selalu praktis untuk perjalanan jauh. 2. Revisi solusi berdasarkan informasi terbaru:	20

			2. Apakah ada informasi baru yang membuat solusi Anda bisa lebih baik? Jika iya, jelaskan bagaimana Anda akan merevisi solusi tersebut agar lebih efektif!	a. Jika transportasi umum tidak tersedia, bisa mempertimbangkan carpooling (berbagi kendaraan) untuk mengurangi jumlah kendaraan di jalan. b. Menggunakan kendaraan listrik yang lebih ramah lingkungan jika memungkinkan. c. Mengusulkan kebijakan kepada pemerintah lokal untuk meningkatkan infrastruktur transportasi umum yang lebih efisien.	
--	--	--	---	---	--



Lampiran 6. Pedoman Penilaian Tes Kemampuan Bernalar Kritis pada Materi Perubahan Lingkungan

Subelemen	Capaian Akhir Kemampuan Bernalar Kritis Fase E	Indikator	Aspek Penilaian	Skor & Kriteria			
				4 (Sangat Baik)	3 (Baik)	2 (Cukup)	1 (Kurang)
Mengajukan pertanyaan	Mengajukan pertanyaan untuk menganalisis secara kritis permasalahan yang kompleks dan abstrak	Menyusun pertanyaan yang jelas dan relevan	Pertanyaan memiliki makna dan mudah dipahami	Pertanyaan sangat jelas, langsung ke inti permasalahan, dan mudah dipahami.	Pertanyaan cukup jelas, tetapi masih ada bagian yang perlu diperjelas.	Pertanyaan kurang jelas, memerlukan interpretasi lebih lanjut agar dapat dipahami.	Pertanyaan sulit dipahami dan membingungkan.
			Tidak ambigu, memiliki makna ganda atau menimbulkan kebingungan	Tidak ada ambiguitas sama sekali, pertanyaan memiliki satu makna yang pasti.	Sedikit ambigu tetapi masih bisa dipahami dengan baik.	Mengandung ambiguitas yang dapat menimbulkan lebih dari satu interpretasi.	Sangat ambigu, sulit ditafsirkan dengan jelas.
			Kesesuaian dengan topik yang dibahas	Pertanyaan sangat relevan dengan topik dan fokus pada isu yang dibahas.	Pertanyaan cukup relevan, tetapi bisa lebih fokus pada inti permasalahan.	Pertanyaan kurang relevan, hanya sedikit berhubungan dengan topik.	Pertanyaan tidak relevan atau menyimpang dari topik yang dibahas.
	Mengajukan pertanyaan yang berorientasi pemecahan masalah		Pertanyaan mengarah pada solusi nyata	Pertanyaan secara jelas membuka peluang untuk solusi konkret dan aplikatif terhadap masalah lingkungan.	Pertanyaan membuka peluang solusi, tetapi belum sepenuhnya konkret atau masih bersifat umum.	Pertanyaan belum mengarah langsung pada solusi, hanya menyentuh kemungkinan perbaikan.	Pertanyaan tidak membuka arah pemecahan masalah sama sekali.

			Konteks sesuai dan nyata	Pertanyaan menggunakan konteks yang aktual, relevan, dan nyata dalam isu perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia.	Pertanyaan cukup sesuai dengan topik lingkungan, namun kurang spesifik atau agak umum.	Konteks pertanyaan kurang tepat atau bersifat terlalu luas.	Pertanyaan tidak sesuai dengan topik atau di luar konteks lingkungan.
			Fokus pada satu permasalahan spesifik	Pertanyaan sangat fokus, membahas satu isu lingkungan yang jelas dan tidak melebar.	Pertanyaan cukup fokus, namun masih mengandung dua isu atau aspek yang bercampur.	Pertanyaan membahas lebih dari satu isu dan tidak memiliki arah yang jelas.	Pertanyaan sangat umum, kabur, atau membingungkan karena mencampur banyak isu tanpa arah fokus.
Mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan	Secara kritis mengklarifikasi serta menganalisis gagasan dan informasi yang kompleks dan abstrak dari berbagai sumber. Memprioritaskan suatu gagasan yang paling relevan	Mengidentifikasi informasi dan gagasan	Menemukan informasi utama dari grafik/artikel	Menyebutkan seluruh informasi utama dengan tepat dan lengkap, seperti tren suhu naik dan periode waktunya.	Menyebutkan sebagian besar informasi utama dengan benar, meskipun ada detail yang terlewat.	Menyebutkan informasi yang kurang tepat atau tidak lengkap.	Tidak mampu menemukan informasi utama dari grafik/artikel.
			Mengidentifikasi faktor penyebab perubahan suhu global	Menyebutkan dan menjelaskan minimal dua faktor penyebab secara jelas dan ilmiah.	Menyebutkan minimal satu faktor penyebab dengan penjelasan yang cukup.	Menyebutkan faktor penyebab tetapi tanpa penjelasan yang memadai atau keliru.	Tidak mampu menyebutkan faktor penyebab atau penjelasannya tidak relevan.

	dari hasil klarifikasi dan analisis		Membedakan antara informasi utama dan tambahan	Dapat membedakan dengan tepat mana informasi utama dan mana yang hanya pelengkap.	Dapat membedakan sebagian besar informasi utama dan tambahan meskipun masih sedikit rancu.	Kesulitan membedakan informasi utama dan tambahan, banyak bagian yang tertukar.	Tidak mampu membedakan informasi utama dengan informasi tambahan sama sekali.
		Mengklarifikasi informasi	Menjelaskan bentuk-bentuk perubahan lingkungan secara rinci	Menyebutkan dan menjelaskan minimal 2 bentuk perubahan lingkungan dengan uraian yang jelas dan rinci.	Menyebutkan minimal 2 bentuk perubahan lingkungan dengan uraian yang cukup jelas.	Menyebutkan hanya 1 bentuk perubahan lingkungan dengan penjelasan terbatas.	Tidak menyebutkan atau menjelaskan bentuk perubahan lingkungan dengan benar.
			Menjelaskan penyebab dari setiap bentuk perubahan lingkungan	Menyebutkan penyebab yang relevan dan logis untuk setiap bentuk perubahan yang dijelaskan.	Menyebutkan penyebab untuk sebagian besar bentuk perubahan, meskipun ada yang kurang tepat atau kurang lengkap.	Menyebutkan penyebab yang kurang tepat atau tidak sesuai dengan bentuk perubahan yang dimaksud.	Tidak menyebutkan penyebab atau semua penyebab yang disebutkan tidak sesuai.
			Menjelaskan dampak dari setiap bentuk perubahan lingkungan	Menjelaskan dampak dari masing-masing bentuk perubahan dengan alasan yang logis dan mendalam.	Menjelaskan dampak dari sebagian besar bentuk perubahan dengan alasan yang cukup logis.	Menjelaskan dampak secara umum tanpa kejelasan hubungan dengan bentuk perubahan.	Tidak menjelaskan dampak atau seluruh dampak yang disebut tidak sesuai atau tidak logis.

		Mengolah informasi	Menyajikan data dalam bentuk tabel/grafik yang tepat	Menyajikan data dengan sangat jelas, rapi, menggunakan grafik/tabel yang sesuai dan lengkap (judul, label, skala).	Menyajikan data dengan cukup jelas, meskipun ada elemen visualisasi yang kurang lengkap.	Menyajikan data secara kurang rapi atau kurang sesuai format (judul/label tidak jelas).	Tidak menyajikan data dalam bentuk grafik/tabel atau sangat tidak sesuai.
			Menjelaskan alasan pemilihan bentuk penyajian data	Memberikan alasan yang logis dan relevan mengapa bentuk itu dipilih.	Alasan cukup logis, namun tidak terlalu mendalam atau kurang lengkap.	Alasan kurang tepat atau hanya berupa pernyataan umum.	Tidak memberikan alasan atau alasannya tidak relevan
			Memberikan analisis terhadap tren dari data	Memberikan analisis yang logis, sesuai data, dan menunjukkan pemahaman terhadap tren (misalnya peningkatan/pola musiman).	Memberikan analisis yang cukup tepat, meskipun kurang mendalam atau belum menyebutkan tren secara spesifik.	Analisis kurang tepat atau sangat umum, tidak mencerminkan data yang ditampilkan.	Tidak memberikan analisis atau analisis tidak sesuai dengan isi data.
Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya	Menganalisis dan mengevaluasi penalaran yang digunakannya dalam menemukan	Menganalisis penalaran	Mengidentifikasi penyebab pencemaran air oleh aktivitas industri	Menjelaskan penyebab secara rinci dan tepat (misalnya: pembuangan limbah cair industri, minimnya	Menyebutkan penyebab yang relevan tapi kurang lengkap atau kurang spesifik.	Menyebutkan penyebab secara umum atau tidak spesifik pada industri.	Tidak menyebutkan penyebab atau penyebab tidak relevan.

	dan mencari solusi serta mengambil keputusan			pengolahan limbah).			
			Menjelaskan dampak pencemaran terhadap ekosistem perairan	Menguraikan dampak secara detail, menyebutkan efek terhadap organisme air dan keseimbangan ekosistem.	Menjelaskan dampak utama, tetapi kurang detail atau kurang menyeluruh.	Menyebutkan dampak secara umum tanpa penjelasan mendalam.	Tidak menjelaskan dampak atau penjelasan tidak sesuai.
			Menyusun hubungan sebab-akibat secara logis dan runtut	Menyusun penjelasan yang menunjukkan alur sebab-akibat secara sistematis dan logis.	Menyusun hubungan sebab-akibat dengan alur yang cukup logis, namun kurang runtut.	Hubungan sebab-akibat tidak jelas atau melompat-lompat.	Tidak ada hubungan sebab-akibat atau jawaban tidak logis.
		Mengevaluasi kebenaran argumen	Menyampaikan pendapat terhadap pernyataan yang diberikan	Memberikan pendapat yang jelas, logis, dan menunjukkan pemahaman terhadap topik.	Memberikan pendapat yang cukup jelas dan relevan dengan topik.	Memberikan pendapat, tetapi masih kurang relevan atau kurang jelas.	Tidak menyampaikan pendapat atau pendapat tidak relevan.
			Memberikan alasan atau argumen yang mendukung pendapat	Alasan yang diberikan kuat, sesuai konteks, dan mendukung	Alasan cukup sesuai dan mendukung pendapat,	Alasan yang diberikan kurang kuat atau tidak sepenuhnya	Tidak memberikan alasan yang mendukung pendapat.

				pendapat dengan logika yang baik.	meskipun masih kurang mendalam.	mendukung pendapat.	
			Memberikan dan mengevaluasi solusi terhadap dampak negatif	Memberikan solusi konkret, tepat, dan realistis serta menjelaskan alasan kelogisan solusi (misal: mengapa reboisasi efektif, atau bagaimana peraturan bisa mengurangi penebangan).	Memberikan solusi yang cukup tepat namun evaluasinya kurang mendalam atau tanpa alasan jelas.	Solusi terlalu umum atau tidak dijelaskan kelayakannya.	Tidak memberikan solusi atau solusi tidak sesuai masalah.
		Menilai konsistensi prosedur	Menilai kelayakan prosedur eksperimen	Menjelaskan bahwa prosedur tidak tepat karena hanya dilakukan satu kali dan hanya di hulu; menyebut bahwa ini tidak cukup mewakili kondisi sungai.	Menyebut bahwa prosedur kurang tepat, tetapi penjelasan kurang lengkap atau terlalu umum.	Menyebut prosedur tidak tepat, tetapi tanpa alasan yang logis atau jelas.	Tidak menilai kelayakan atau menyebut prosedur sudah tepat padahal tidak.
			Memberikan alasan logis terhadap penilaian prosedur	Menjelaskan pentingnya pengukuran sebelum dan sesudah pembuangan	Alasan cukup relevan tetapi tidak menyebut semua unsur penting (misalnya hanya menyebut waktu	Alasan masih umum atau kurang sesuai secara ilmiah.	Tidak memberikan alasan atau alasan tidak logis.

				limbah serta di lebih dari satu lokasi untuk membandingkan perubahan pH.	pengukuran, bukan lokasi).		
			Memberikan saran perbaikan prosedur	Memberikan dua atau lebih saran yang logis dan sesuai (misalnya: pengukuran di hilir dan sebelum pembuangan limbah, dilakukan berulang kali).	Memberikan satu saran yang relevan tetapi kurang lengkap.	Memberikan saran yang kurang tepat atau tidak relevan dengan permasalahan prosedur.	Tidak memberikan saran atau saran tidak sesuai.
Merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri	Menjelaskan alasan untuk mendukung pemikirannya dan memikirkan pandangan yang mungkin berlawanan dengan pemikirannya dan mengubah pemikirannya jika diperlukan	Merefleksi pemikiran sendiri	Mengidentifikasi kebiasaan pribadi yang berdampak pada lingkungan	Menyebutkan beberapa kebiasaan pribadi yang relevan dan menjelaskan dampaknya terhadap lingkungan secara logis.	Menyebutkan satu atau dua kebiasaan pribadi dan menjelaskan dampaknya secara cukup jelas.	Menyebutkan kebiasaan pribadi tetapi penjelasannya tidak jelas atau tidak sesuai konteks.	Tidak menyebutkan kebiasaan pribadi atau dampaknya.
			Menilai dampak dari kebiasaan pribadi tersebut	Menunjukkan penilaian yang mendalam dan kritis terhadap dampak dari	Menunjukkan penilaian yang cukup baik terhadap	Penilaian terhadap dampak masih dangkal atau tidak logis.	Tidak memberikan penilaian terhadap dampak sama sekali.

				kebiasaan tersebut terhadap lingkungan.	dampaknya, namun belum mendalam.		
			Memberikan argumen untuk mendukung refleksi	Memberikan alasan atau contoh nyata yang kuat dan relevan untuk mendukung refleksi terhadap kebiasaan pribadi.	Memberikan argumen yang cukup relevan, namun belum sepenuhnya mendukung refleksi secara utuh.	Argumen yang diberikan kurang kuat atau masih tidak berkaitan langsung dengan refleksi.	Tidak memberikan argumen pendukung sama sekali.
		Mengevaluasi pemikiran sendiri	Mengevaluasi kelebihan dan kekurangan solusi yang dibuat	Mengevaluasi kelebihan dan kekurangan solusi secara menyeluruh, logis, dan menunjukkan pemahaman yang mendalam.	Mengevaluasi kelebihan dan kekurangan solusi secara cukup jelas, meskipun belum mendalam.	Mengevaluasi secara terbatas atau hanya menyebutkan satu sisi (kelebihan atau kekurangan).	Tidak mengevaluasi solusi sama sekali.
			Menggunakan informasi baru untuk merevisi solusi	Merevisi solusi dengan dasar informasi terbaru yang relevan, dan menjelaskan alasannya secara logis.	Merevisi solusi dengan informasi baru, meski penjelasan belum sepenuhnya jelas atau relevan.	Memberikan revisi tetapi tanpa dasar informasi yang jelas atau hanya bersifat umum.	Tidak merevisi solusi atau tidak menunjukkan penggunaan informasi baru.
			Menyampaikan alasan atau	Memberikan penjelasan yang	Menjelaskan alasan perubahan solusi	Penjelasan terhadap perubahan	Tidak memberikan penjelasan

			refleksi terhadap perubahan solusi	meyakinkan dan logis tentang alasan perubahan solusi serta manfaatnya.	dengan cukup baik, meskipun masih kurang mendalam.	solusi kurang jelas atau tidak logis.	terhadap perubahan solusi.
--	--	--	------------------------------------	--	--	---------------------------------------	----------------------------



Lampiran 7. Lembar Validitas Isi Instrumen Bernalar Kritis**LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES KEMAMPUAN BERNALAR KRITIS
PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN****a. Identitas Validator**

Nama : Prof. Dr. Putu Budi Adnyana, M.Si.

Profesi : Dosen

Instansi : Universitas Pendidikan Ganesha

b. Tujuan

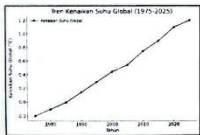
Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelayakan instrumen yang dipakai oleh peneliti dalam melakukan uji coba, pretest, dan posttest dalam pembelajaran biologi pada materi perubahan lingkungan.

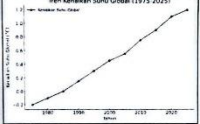
c. Petunjuk

1. Bapak diharapkan dapat memberikan penilaian terhadap validitas instrumen yang telah peneliti kembangkan.
2. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan tanda centang (✓) pada kolom penilaian dengan keterangan relevan atau tidak relevan.
3. Apabila Bapak memiliki saran, koreksi, atau tambahan, kami mohon kesediaannya untuk mencantumkan pada bagian akhir instrumen atau langsung pada butir soal terkait.

d. Lembar Penilaian

Nomor Soal	Soal	Kunci Jawaban	Relevan	Tidak Relevan	Catatan
1	Perubahan lingkungan dapat terjadi akibat berbagai aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil, deforestasi, dan pencemaran air. Dampak dari perubahan ini dapat dirasakan oleh manusia, hewan, dan tumbuhan di dalam ekosistem. Susunlah pertanyaan kritis yang berhubungan dengan penyebab utama perubahan lingkungan serta dampaknya terhadap ekosistem secara spesifik!	1. Bagaimana aktivitas industri yang menghasilkan limbah beracun memengaruhi keseimbangan ekosistem perairan dan organisme yang hidup di dalamnya? 2. Apa dampak jangka panjang dari deforestasi terhadap siklus air dan ketersediaan sumber daya air bagi makhluk hidup? 3. Bagaimana emisi gas rumah kaca akibat pembakaran bahan bakar fosil berkontribusi terhadap perubahan iklim dan berdampak pada pola cuaca global?	✓		
2	Ekosistem mengalami perubahan drastis akibat ulah manusia. Contohnya, polusi udara dari kendaraan dan industri menyebabkan hujan asam, dan pencemaran plastik di lautan berdampak pada kehidupan biota laut. Buatlah pertanyaan kritis yang dapat membantu menelusuri hubungan antara aktivitas manusia dan dampaknya terhadap ekosistem!	1. Bagaimana polusi udara yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil memengaruhi kesehatan manusia serta stabilitas ekosistem hutan? 2. Mengapa pencemaran plastik di laut menjadi ancaman serius bagi rantai makanan di ekosistem perairan? 3. Apa dampak dari konversi hutan menjadi lahan pertanian terhadap keanekaragaman hayati dan ketahanan ekosistem di suatu wilayah?	✓		
3	Polusi udara akibat emisi kendaraan bermotor dan aktivitas industri telah menyebabkan berbagai masalah	1. Apa kebijakan dan inovasi yang dapat diterapkan oleh pemerintah untuk mengurangi emisi gas buang	✓		

	lingkungan, termasuk pemanasan global dan gangguan kesehatan manusia. Selain itu, deforestasi yang dilakukan untuk kepentingan industri dan perluasan lahan pertanian juga menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati dan berkurangnya sumber daya alam. Ajukan pertanyaan kritis yang berorientasi pada solusi konkret untuk mengatasi polusi udara dan deforestasi!	kendaraan dan meningkatkan kualitas udara di perkotaan? 2. Bagaimana cara efektif untuk mengajak masyarakat berpartisipasi dalam program reboisasi guna mengurangi dampak deforestasi secara berkelanjutan?	✓		
4	Banyak ekosistem mengalami kerusakan akibat limbah industri yang mencemari air dan tanah. Selain itu, penebangan hutan yang berlebihan menyebabkan perubahan iklim yang semakin tidak menentu. Langkah-langkah konkret diperlukan untuk mengatasi masalah ini agar lingkungan tetap lestari. Buatlah pertanyaan kritis yang mengarah pada solusi nyata dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah industri dan mengatasi dampak deforestasi!	1. Teknologi apa yang dapat diterapkan oleh industri untuk mengelola limbahnya agar tidak mencemari lingkungan? 2. Bagaimana penerapan sistem agroforestri dapat menjadi solusi dalam mengurangi dampak negatif deforestasi?	✓		
5		1. Informasi utama dari grafik: Suhu global mengalami kenaikan secara konsisten dalam 50 tahun terakhir, dengan peningkatan yang lebih tajam setelah tahun 2000. 2. Dua faktor utama penyebab kenaikan suhu global: a. Emisi Gas Rumah Kaca: Peningkatan karbon dioksida (CO ₂) dari pembakaran bahan bakar fosil (kendaraan, pabrik,	✓		

	Grafik berikut menunjukkan tren peningkatan suhu global rata-rata dalam 50 tahun terakhir (1975–2025). Terlihat bahwa suhu global terus mengalami kenaikan yang signifikan setiap dekade. 1. Apa informasi utama yang dapat diidentifikasi dari tren peningkatan suhu global berdasarkan grafik ini? 2. Sebutkan dan jelaskan dua faktor utama yang menyebabkan kenaikan suhu global dalam 50 tahun terakhir!	dan pembangkit listrik) menyebabkan efek rumah kaca yang menjebak panas di atmosfer. b. Deforestasi: Penebangan hutan mengurangi jumlah pohon yang dapat menyerap CO₂, sehingga kadar gas rumah kaca di atmosfer meningkat dan mempercepat pemanasan global.	✓		
6	 Grafik berikut menunjukkan tren peningkatan suhu global rata-rata dalam 50 tahun terakhir (1975–2025). Terlihat bahwa suhu global terus mengalami kenaikan yang signifikan setiap dekade. 1. Apa informasi utama yang dapat diidentifikasi dari artikel tersebut mengenai tren kenaikan suhu global? 2. Jelaskan dua aktivitas manusia yang berkontribusi besar	1. Informasi utama dari artikel: Suhu global telah meningkat sekitar 1,2°C dalam 50 tahun terakhir, dengan penyebab utama berasal dari aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil dan deforestasi. 2. Dua aktivitas manusia yang berkontribusi terhadap peningkatan suhu global: a. Penggunaan Bahan Bakar Fosil: Aktivitas seperti transportasi, industri, dan pembangkit listrik menggunakan batu bara dan minyak bumi, menghasilkan emisi gas rumah kaca yang meningkatkan pemanasan global. b. Perubahan Penggunaan Lahan: Pembukaan lahan untuk pertanian dan urbanisasi menggantikan hutan alami dengan bangunan dan lahan pertanian yang tidak dapat menyerap CO₂ secara efektif.	✓		

	terhadap peningkatan suhu global!			
7	Perubahan lingkungan terjadi akibat berbagai faktor, baik yang disebabkan oleh alam maupun aktivitas manusia. Beberapa bentuk perubahan lingkungan yang umum terjadi adalah pencemaran udara, pencemaran air, deforestasi, dan perubahan iklim. Tugas Anda: Pilih dua bentuk perubahan lingkungan dari daftar di atas, kemudian: 1. Jelaskan penyebab utama dari masing-masing perubahan lingkungan tersebut. 2. Jelaskan dampak yang ditimbulkan terhadap ekosistem dan kehidupan manusia.	1. Pencemaran Udara a. Penyebab: Emisi gas dari kendaraan bermotor, industri, pembakaran bahan bakar fosil, dan kebakaran hutan. b. Dampak: Menyebabkan gangguan pernapasan pada manusia, memperburuk efek rumah kaca, hujan asam yang merusak tanaman dan tanah, serta menurunkan kualitas udara di kota-kota besar. 2. Deforestasi a. Penyebab: Penebangan hutan untuk pertanian, perkebunan, pembangunan infrastruktur, dan eksploitasi kayu. b. Dampak: Berkurangnya habitat satwa liar, meningkatnya emisi CO₂ karena berkurangnya pohon penyerap karbon, dan terganggunya siklus air yang menyebabkan kekeringan serta banjir.	✓	
8	Dalam 30 tahun terakhir, laju deforestasi meningkat drastis, terutama di wilayah tropis seperti Amazon dan Kalimantan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya permintaan akan lahan pertanian dan industri kayu. Akibatnya, suhu global meningkat karena hutan berfungsi	1. Hubungan deforestasi dan perubahan iklim: a. Deforestasi mengurangi jumlah pohon yang dapat menyerap CO₂, sehingga kadar gas rumah kaca meningkat di atmosfer.	✓	

	sebagai penyerap karbon semakin berkurang. Tugas Anda: 1. Klarifikasi informasi dalam artikel tersebut dengan menjelaskan hubungan antara deforestasi dan perubahan iklim! 2. Jelaskan bagaimana deforestasi dapat berdampak lebih luas terhadap ekosistem lain, seperti keanekaragaman hayati dan siklus air.	a. Peningkatan gas rumah kaca menyebabkan efek rumah kaca lebih kuat, yang berkontribusi pada pemanasan global dan perubahan pola cuaca ekstrem. 2. Dampak terhadap ekosistem lain: a. Keanekaragaman Hayati: Banyak spesies kehilangan habitatnya, menyebabkan kepunahan satwa liar yang bergantung pada hutan. b. Siklus Air: Pohon membantu menyerap dan menyimpan air hujan; jika hutan berkurang, maka risiko banjir meningkat dan ketersediaan air tanah menurun.																																													
9	<table border="1"><thead><tr><th>Tahun</th><th>PM2.5</th><th>PM10</th><th>O₃</th><th>SO₂</th><th>NO₂</th><th>CO</th></tr></thead><tbody><tr><td>2015</td><td>45</td><td>85</td><td>12</td><td>25</td><td>18</td><td>22</td></tr><tr><td>2016</td><td>50</td><td>90</td><td>15</td><td>28</td><td>20</td><td>25</td></tr><tr><td>2017</td><td>55</td><td>95</td><td>18</td><td>30</td><td>22</td><td>28</td></tr><tr><td>2018</td><td>60</td><td>100</td><td>20</td><td>32</td><td>24</td><td>30</td></tr><tr><td>2019</td><td>65</td><td>105</td><td>22</td><td>35</td><td>26</td><td>32</td></tr></tbody></table> Tabel berikut menunjukkan tingkat polusi udara (PM_{2.5} dalam µg/m³) di lima kota besar selama lima tahun terakhir. 1. Sajikan data dalam tabel tersebut ke dalam bentuk grafik (garis atau batang) untuk menunjukkan tren tingkat polusi udara di berbagai kota! Analisis tren yang terjadi berdasarkan grafik yang telah Anda buat. Kota mana yang mengalami peningkatan polusi udara paling signifikan, dan apa kemungkinan penyebabnya?	Tahun	PM2.5	PM10	O ₃	SO ₂	NO ₂	CO	2015	45	85	12	25	18	22	2016	50	90	15	28	20	25	2017	55	95	18	30	22	28	2018	60	100	20	32	24	30	2019	65	105	22	35	26	32	1. Grafik yang dibuat harus menunjukkan tren peningkatan polusi udara di setiap kota selama lima tahun terakhir. 2. Analisis tren: a. New Delhi mengalami peningkatan paling signifikan, dari 92 µg/m³ (2019) menjadi 105 µg/m³ (2023). Penyebab utama kemungkinan adalah peningkatan jumlah kendaraan bermotor, industri, dan pembakaran sampah yang tidak terkontrol. b. Jakarta juga mengalami peningkatan yang cukup tinggi, dari 45 µg/m³ menjadi 65 µg/m³, yang bisa disebabkan oleh urbanisasi dan tingginya emisi kendaraan bermotor.	✓		
Tahun	PM2.5	PM10	O ₃	SO ₂	NO ₂	CO																																									
2015	45	85	12	25	18	22																																									
2016	50	90	15	28	20	25																																									
2017	55	95	18	30	22	28																																									
2018	60	100	20	32	24	30																																									
2019	65	105	22	35	26	32																																									

		Beijing mengalami kenaikan tetapi lebih lambat dibandingkan kota lain, kemungkinan karena adanya kebijakan pengendalian polusi yang lebih ketat.			
10	Dalam 10 tahun terakhir, tingkat polusi udara di kota-kota berkembang meningkat secara signifikan dibandingkan kota-kota maju. Salah satu penyebabnya adalah pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang lebih cepat di negara berkembang. Tugas Anda: 1. Jika Anda memiliki data polusi udara di lima kota yang berbeda, bagaimana cara terbaik untuk menyajikannya agar lebih mudah dipahami? 2. Berdasarkan tren peningkatan polusi di kota berkembang, langkah apa yang dapat dilakukan pemerintah untuk mengatasi masalah ini?	1. Cara terbaik menyajikan data: a. Menggunakan grafik garis untuk menunjukkan tren peningkatan polusi dari tahun ke tahun. b. Menggunakan diagram batang untuk membandingkan tingkat polusi di berbagai kota pada tahun tertentu. c. Menyajikan tabel yang menunjukkan data numerik secara detail sebelum dibuat grafiknya. 2. Langkah-langkah untuk mengatasi peningkatan polusi: a. Menerapkan kebijakan pembatasan kendaraan pribadi, seperti sistem ganjil-genap atau pajak emisi kendaraan. b. Mendorong penggunaan transportasi umum dan kendaraan listrik untuk mengurangi emisi gas buang. c. Mengontrol emisi industri dengan regulasi ketat dan penerapan teknologi ramah lingkungan. Menanam lebih banyak pohon di kota besar untuk membantu menyerap polutan udara.	✓		

11	Sebuah laporan ilmiah menunjukkan bahwa sejak tahun 1850, suhu global telah meningkat rata-rata 1,2°C, dengan percepatan kenaikan yang lebih tinggi dalam 50 tahun terakhir. Para ilmuwan menyebut bahwa salah satu penyebab utama kenaikan ini adalah penggunaan bahan bakar fosil yang menghasilkan gas rumah kaca. Tugas Anda: 1. Apa hubungan antara penggunaan bahan bakar fosil dan peningkatan suhu global? Jelaskan secara ilmiah. 2. Berdasarkan data ilmiah, gas rumah kaca apa saja yang paling berkontribusi terhadap pemanasan global? 3. Jelaskan dua cara untuk mengurangi dampak dari penggunaan bahan bakar fosil terhadap pemanasan global!	1. Hubungan penggunaan bahan bakar fosil dan peningkatan suhu global: a. Pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi, dan gas alam) menghasilkan karbon dioksida (CO₂), yang meningkatkan kadar gas rumah kaca di atmosfer. b. Gas ini menangkap radiasi panas dari matahari, sehingga suhu bumi terus meningkat (efek rumah kaca). c. Data dari IPCC menunjukkan bahwa sejak Revolusi Industri, kadar CO₂ di atmosfer naik dari 280 ppm menjadi lebih dari 400 ppm, yang beriringan dengan kenaikan suhu global. 2. Gas rumah kaca utama yang berkontribusi terhadap pemanasan global: a. Karbon dioksida (CO₂) → berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi. b. Metana (CH₄) → berasal dari peternakan, tempat pembuangan sampah, dan eksplorasi gas alam. c. Nitrogen oksida (N₂O) → berasal dari penggunaan pupuk kimia di pertanian. 3. Dua cara mengurangi dampak bahan bakar fosil terhadap pemanasan global: a. Meningkatkan penggunaan energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan hidro untuk	✓		
----	---	---	---	--	--

		mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. b. Menerapkan kebijakan efisiensi energi, seperti mendorong kendaraan listrik dan industri rendah emisi untuk mengurangi gas rumah kaca.			
12	Data menunjukkan bahwa di daerah dengan aktivitas industri tinggi, kualitas air sungai menurun drastis, ditandai dengan tingginya kandungan limbah berbahaya dan menurunnya jumlah organisme air seperti ikan dan serangga. Jelaskan bagaimana aktivitas manusia di sektor industri dapat menyebabkan pencemaran air dan dampaknya terhadap ekosistem perairan! Uraikan hubungan sebab-akibatnya secara logis.	Aktivitas industri sering menghasilkan limbah cair yang dibuang ke sungai tanpa pengolahan yang memadai. Limbah ini mengandung zat kimia berbahaya seperti logam berat atau bahan beracun yang mencemari air. Pencemaran ini mengurangi kualitas air, membuatnya berbahaya bagi makhluk hidup. Organisme air seperti ikan dan serangga menjadi mati atau berpindah karena lingkungan tidak lagi mendukung kehidupan. Maka, terdapat hubungan sebab-akibat yang jelas antara aktivitas industri (penyebab) dengan pencemaran air dan kerusakan ekosistem perairan (akibat).	✓		
13	Sebagian orang berpendapat bahwa "Perubahan lingkungan terjadi secara alami, tanpa pengaruh manusia." 1. Menurut pendapatmu, apakah pernyataan tersebut benar? Jelaskan alasannya! 2. Berikan dua contoh perubahan lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia!	1. Pernyataan tersebut tidak sepenuhnya benar. Memang ada perubahan lingkungan yang terjadi secara alami, seperti letusan gunung berapi atau gempa bumi. Namun, aktivitas manusia juga menyebabkan perubahan lingkungan yang lebih cepat, seperti pemanasan global akibat polusi udara. 2. Dua contoh perubahan lingkungan akibat manusia:	✓		

	3. Sebutkan satu cara manusia dapat mengurangi dampak buruk dari perubahan lingkungan.	a. Polusi udara akibat asap kendaraan dan pabrik yang menyebabkan pemanasan global. b. Penebangan hutan (deforestasi) yang menyebabkan banjir dan hilangnya habitat hewan. 3. Salah satu cara untuk mengurangi dampak perubahan lingkungan: Menggunakan transportasi umum atau kendaraan listrik untuk mengurangi polusi udara.			
14	Perhatikan dua peristiwa berikut: 1. Gunung berapi meletus dan menyemburkan abu ke atmosfer, menyebabkan suhu udara menjadi lebih dingin dalam beberapa waktu. 2. Banyak pohon ditebang untuk membuat lahan pertanian, sehingga udara menjadi lebih panas dan hewan kehilangan tempat tinggal. Tugas Anda: 1. Manakah dari dua peristiwa di atas yang merupakan perubahan lingkungan alami? Manakah yang terjadi karena aktivitas manusia? Jelaskan alasannya! 2. Apa dampak dari peristiwa nomor 2 terhadap lingkungan dan kehidupan manusia? 3. Bagaimana cara kita mengatasi dampak negatif dari peristiwa nomor 2?	1. Letusan gunung berapi (peristiwa 1) adalah perubahan lingkungan alami karena terjadi tanpa campur tangan manusia. Penebangan hutan (peristiwa 2) adalah perubahan akibat manusia, karena manusia sengaja menebang pohon untuk kepentingan tertentu. 2. Dampak dari penebangan hutan: a. Udara menjadi lebih panas karena pohon tidak lagi menyerap karbon dioksida. b. Hewan kehilangan habitatnya, sehingga beberapa spesies bisa punah. c. Tanah menjadi lebih mudah longsor dan banjir lebih sering terjadi. 3. Cara mengatasi dampak penebangan hutan: a. Menanami kembali pohon yang ditebang (reboisasi).	✓		

		b. Menggunakan kayu secara bijak dan mengurangi pembukaan hutan untuk lahan pertanian.			
15	Dalam sebuah eksperimen tentang pencemaran air, seorang siswa menguji tingkat keasaman (pH) air sungai sebelum dan sesudah dibuang limbah pabrik. Namun, ia hanya melakukan pengukuran satu kali di bagian hulu sungai. Apakah metode yang digunakan sudah tepat? Berikan alasan dan saran perbaikan jika diperlukan!	Metode tersebut kurang tepat karena hanya mengukur pH air di satu titik. Agar hasil lebih valid, sebaiknya: a. Mengambil sampel air di beberapa titik (hulu, tengah, dan hilir sungai). b. Melakukan pengukuran pada waktu yang berbeda untuk melihat pola perubahan pH. c. Mengulangi eksperimen beberapa kali untuk memastikan hasil yang konsisten.	✓		
16	Seorang peneliti ingin mengukur kadar karbon dioksida (CO ₂) di udara sekitar kawasan industri. Ia melakukan langkah-langkah berikut: 1. Menggunakan alat pengukur CO ₂ di satu titik lokasi selama satu jam. 2. Mencatat hasil pengukuran. 3. Menggunakan hasil tersebut untuk menyimpulkan tingkat polusi udara di seluruh kota. Menurut Anda, apakah langkah-langkah penelitian tersebut sudah benar? Jika ada yang perlu diperbaiki, jelaskan alasannya!	Prosedur tersebut kurang tepat karena hanya menggunakan satu titik pengukuran dalam waktu singkat. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, peneliti seharusnya: a. Mengambil sampel di beberapa lokasi berbeda dalam kota. b. Melakukan pengukuran dalam beberapa waktu yang berbeda (pagi, siang, dan malam). c. Mengulangi pengukuran beberapa kali untuk memastikan konsistensi data.	✓		
17	Plastik sekali pakai seperti kantong plastik, botol air mineral, dan sedotan sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, plastik membutuhkan	1. Kebiasaan dalam menggunakan plastik: Saya sering menggunakan kantong plastik saat berbelanja dan membeli air minum dalam botol	✓		

	waktu ratusan tahun untuk terurai dan dapat mencemari lingkungan, terutama lautan. Tugas Anda: 1. Bagaimana kebiasaan Anda dalam menggunakan plastik sehari-hari? Jelaskan dengan contoh. 2. Menurut Anda, apakah kebiasaan tersebut berdampak positif atau negatif terhadap lingkungan? Berikan alasan yang mendukung jawaban Anda. 3. Sebutkan satu langkah konkret yang dapat Anda lakukan untuk mengurangi dampak negatif penggunaan plastik terhadap lingkungan.	plastik karena lebih praktis. Namun, saya juga mencoba mengurangi penggunaan plastik dengan membawa tas belanja sendiri. 2. Dampak terhadap lingkungan: a. Kebiasaan menggunakan plastik sekali pakai berdampak negatif karena plastik sulit terurai dan dapat mencemari laut serta tanah. b. Jika plastik tidak didaur ulang, bisa mencemari ekosistem dan membahayakan satwa laut yang tidak sengaja memakannya. 3. Langkah konkret yang dapat dilakukan: Saya bisa mulai menggunakan botol minum yang dapat digunakan kembali dan membawa tas kain saat berbelanja untuk mengurangi penggunaan plastik sekali pakai.			
18	Konsumsi energi dan penggunaan transportasi pribadi (seperti sepeda motor dan mobil) dapat meningkatkan emisi karbon yang berkontribusi pada perubahan iklim. Tugas Anda: 1. Bagaimana kebiasaan Anda dalam menggunakan energi dan transportasi sehari-hari? Jelaskan dengan contoh. 2. Apakah kebiasaan tersebut berdampak terhadap perubahan lingkungan? Jelaskan alasannya. 3. Sebutkan dua cara yang dapat Anda lakukan untuk mengurangi	1. Kebiasaan dalam menggunakan energi dan transportasi: Saya sering menggunakan sepeda motor untuk pergi ke sekolah dan lupa mematikan lampu serta kipas angin saat tidak digunakan. Namun, saya juga mencoba menghemat listrik dengan menggunakan lampu LED. 2. Dampak terhadap lingkungan: a. Menggunakan kendaraan bermotor setiap hari meningkatkan emisi karbon, yang menyebabkan polusi udara dan pemanasan global.			

	dampak negatif dari konsumsi energi dan penggunaan transportasi pribadi terhadap lingkungan.	b. Konsumsi listrik yang berlebihan meningkatkan permintaan energi, terutama jika listrik berasal dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil. 3. Dua cara untuk mengurangi dampak negatif: a. Menggunakan transportasi umum, bersepeda, atau berjalan kaki untuk perjalanan pendek agar mengurangi emisi karbon. b. Menghemat listrik dengan mematikan peralatan elektronik saat tidak digunakan dan memilih peralatan hemat energi.	✓		
19	Diatas, Anda telah membuat solusi untuk mengurangi dampak penggunaan plastik, misalnya dengan membawa tas belanja sendiri atau menggunakan botol minum yang dapat digunakan kembali. Tugas Anda: 1. Evaluasi solusi yang telah Anda buat sebelumnya. Apa kelebihan dan kekurangan dari solusi tersebut dalam mengurangi dampak plastik terhadap lingkungan? 2. Apakah solusi yang Anda buat sudah efektif atau masih bisa diperbaiki? Jika masih bisa diperbaiki, jelaskan bagaimana cara merevisinya berdasarkan informasi terbaru yang Anda ketahui!	1. Kelebihan dan kekurangan solusi: a. Kelebihan: Menggunakan tas belanja sendiri dan botol minum mengurangi limbah plastik yang sulit terurai. b. Kekurangan: Tidak semua orang dapat dengan mudah mengubah kebiasaan ini, dan beberapa produk masih dikemas dengan plastik yang sulit digantikan. 2. Revisi solusi berdasarkan informasi terbaru: a. Selain membawa tas belanja sendiri, bisa juga menggunakan produk berbahan biodegradable yang lebih ramah lingkungan. b. Mengajak teman dan keluarga untuk ikut serta, sehingga dampaknya lebih luas.	✓		

		Memfaatkan program daur ulang di komunitas setempat untuk mengelola plastik yang masih digunakan.			
20	Anda sebelumnya mengusulkan solusi untuk mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan kendaraan bermotor, misalnya dengan menggunakan sepeda atau transportasi umum. Tugas Anda: 1. Evaluasi solusi yang telah Anda buat. Apa kelebihan dan kekurangan solusi tersebut dalam mengurangi emisi gas rumah kaca? 2. Apakah ada informasi baru yang membuat solusi Anda bisa lebih baik? Jika iya, jelaskan bagaimana Anda akan merevisi solusi tersebut agar lebih efektif!	1. Kelebihan dan kekurangan solusi: a. Kelebihan: Menggunakan transportasi umum atau sepeda dapat mengurangi emisi karbon dan menghemat bahan bakar. b. Kekurangan: Transportasi umum mungkin belum tersedia di semua tempat, dan menggunakan sepeda tidak selalu praktis untuk perjalanan jauh. 2. Revisi solusi berdasarkan informasi terbaru: a. Jika transportasi umum tidak tersedia, bisa mempertimbangkan carpooling (berbagi kendaraan) untuk mengurangi jumlah kendaraan di jalan. b. Menggunakan kendaraan listrik yang lebih ramah lingkungan jika memungkinkan. c. Mengusulkan kebijakan kepada pemerintah lokal untuk meningkatkan infrastruktur transportasi umum yang lebih efisien.	✓		

e. Penilaian Umum

1. Instrumen tes kemampuan bernalar kritis pada materi perubahan lingkungan dapat diterapkan tanpa revisi.
2. Instrumen tes kemampuan bernalar kritis pada materi perubahan lingkungan dapat diterapkan dengan revisi kecil.
3. Instrumen tes kemampuan bernalar kritis pada materi perubahan lingkungan dapat diterapkan dengan revisi besar.
4. Instrumen tes kemampuan bernalar kritis pada materi perubahan lingkungan tidak dapat diterapkan.

f. Saran-saran

.....*Selesaikan dengan indikator bernalar*.....
*kritis*.....

Singaraja, 16 April
 Validator,

2025

[Signature]
 Prof. Dr. Putu Budi Adnyana, M.Si.
 NIP. 195901281982031002

**LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES KEMAMPUAN BERNALAR KRITIS
PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN**

a. Identitas Validator

Nama : Prof. Dr. Ida Bagus Putu Arnyana, M.Si.

Profesi : Dosen

Instansi : Universitas Pendidikan Ganesha

b. Tujuan

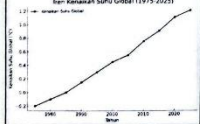
Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelayakan instrumen yang dipakai oleh peneliti dalam melakukan uji coba, *pretest*, dan *posttest* dalam pembelajaran biologi pada materi perubahan lingkungan.

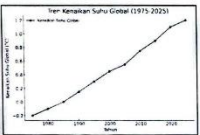
c. Petunjuk

1. Bapak diharapkan dapat memberikan penilaian terhadap validitas instrumen yang telah peneliti kembangkan.
2. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan tanda centang (✓) pada kolom penilaian dengan keterangan relevan atau tidak relevan.
3. Apabila Bapak memiliki saran, koreksi, atau tambahan, kami mohon kesediaannya untuk mencantulkannya pada bagian akhir instrumen atau langsung pada butir soal terkait.

d. Lembar Penilaian

Nomor Soal	Soal	Kunci Jawaban	Relevan	Tidak Relevan	Catatan
1	Perubahan lingkungan dapat terjadi akibat berbagai aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil, deforestasi, dan pencemaran air. Dampak dari perubahan ini dapat dirasakan oleh manusia, hewan, dan tumbuhan di dalam ekosistem. Susunlah pertanyaan kritis yang berhubungan dengan penyebab utama perubahan lingkungan serta dampaknya terhadap ekosistem secara spesifik!	1. Bagaimana aktivitas industri yang menghasilkan limbah beracun memengaruhi keseimbangan ekosistem perairan dan organisme yang hidup di dalamnya? 2. Apa dampak jangka panjang dari deforestasi terhadap siklus air dan ketersediaan sumber daya air bagi makhluk hidup? 3. Bagaimana emisi gas rumah kaca akibat pembakaran bahan bakar fosil berkontribusi terhadap perubahan iklim dan berdampak pada pola cuaca global?	✓		
2	Ekosistem mengalami perubahan drastis akibat ulah manusia. Contohnya, polusi udara dari kendaraan dan industri menyebabkan hujan asam, dan pencemaran plastik di lautan berdampak pada kehidupan biota laut. Buatlah pertanyaan kritis yang dapat membantu menelusuri hubungan antara aktivitas manusia dan dampaknya terhadap ekosistem!	1. Bagaimana polusi udara yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil memengaruhi kesehatan manusia serta stabilitas ekosistem hutan? 2. Mengapa pencemaran plastik di laut menjadi ancaman serius bagi rantai makanan di ekosistem perairan? 3. Apa dampak dari konversi hutan menjadi lahan pertanian terhadap keanekaragaman hayati dan ketahanan ekosistem di suatu wilayah?	✓		
3	Polusi udara akibat emisi kendaraan bermotor dan aktivitas industri telah menyebabkan berbagai masalah	1. Apa kebijakan dan inovasi yang dapat diterapkan oleh pemerintah untuk mengurangi emisi gas buang	✓		

	lingkungan, termasuk pemanasan global dan gangguan kesehatan manusia. Selain itu, deforestasi yang dilakukan untuk kepentingan industri dan perluasan lahan pertanian juga menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati dan berkurangnya sumber daya alam. Ajukan pertanyaan kritis yang berorientasi pada solusi konkret untuk mengatasi polusi udara dan deforestasi!	kendaraan dan meningkatkan kualitas udara di perkotaan? 2. Bagaimana cara efektif untuk mengajak masyarakat berpartisipasi dalam program reboisasi guna mengurangi dampak deforestasi secara berkelanjutan?			
4	Banyak ekosistem mengalami kerusakan akibat limbah industri yang mencemari air dan tanah. Selain itu, penebangan hutan yang berlebihan menyebabkan perubahan iklim yang semakin tidak menentu. Langkah-langkah konkret diperlukan untuk mengatasi masalah ini agar lingkungan tetap lestari. Buatlah pertanyaan kritis yang mengarah pada solusi nyata dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah industri dan mengatasi dampak deforestasi!	1. Teknologi apa yang dapat diterapkan oleh industri untuk mengelola limbahnya agar tidak mencemari lingkungan? 2. Bagaimana penerapan sistem agroforestri dapat menjadi solusi dalam mengurangi dampak negatif deforestasi?	✓		
5		1. Informasi utama dari grafik: Suhu global mengalami kenaikan secara konsisten dalam 50 tahun terakhir, dengan peningkatan yang lebih tajam setelah tahun 2000. 2. Dua faktor utama penyebab kenaikan suhu global: a. Emisi Gas Rumah Kaca: Peningkatan karbon dioksida (CO ₂) dari pembakaran bahan bakar fosil (kendaraan, pabrik,	✓		

	Grafik berikut menunjukkan tren peningkatan suhu global rata-rata dalam 50 tahun terakhir (1975–2025). Terlihat bahwa suhu global terus mengalami kenaikan yang signifikan setiap dekade. 1. Apa informasi utama yang dapat diidentifikasi dari tren peningkatan suhu global berdasarkan grafik ini? 2. Sebutkan dan jelaskan dua faktor utama yang menyebabkan kenaikan suhu global dalam 50 tahun terakhir!	dan pembangkit listrik) menyebabkan efek rumah kaca yang menjebak panas di atmosfer. b. Deforestasi: Penebangan hutan mengurangi jumlah pohon yang dapat menyerap CO₂, sehingga kadar gas rumah kaca di atmosfer meningkat dan mempercepat pemanasan global.			
6	Tren Kenaikan Suhu Global (1975–2025)  Grafik berikut menunjukkan tren peningkatan suhu global rata-rata dalam 50 tahun terakhir (1975–2025). Terlihat bahwa suhu global terus mengalami kenaikan yang signifikan setiap dekade. 1. Apa informasi utama yang dapat diidentifikasi dari artikel tersebut mengenai tren kenaikan suhu global? 2. Jelaskan dua aktivitas manusia yang berkontribusi besar	1. Informasi utama dari artikel: Suhu global telah meningkat sekitar 1,2°C dalam 50 tahun terakhir, dengan penyebab utama berasal dari aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil dan deforestasi. 2. Dua aktivitas manusia yang berkontribusi terhadap peningkatan suhu global: a. Penggunaan Bahan Bakar Fosil: Aktivitas seperti transportasi, industri, dan pembangkit listrik menggunakan batu bara dan minyak bumi, menghasilkan emisi gas rumah kaca yang meningkatkan pemanasan global. b. Perubahan Penggunaan Lahan: Pembukaan lahan untuk pertanian dan urbanisasi menggantikan hutan alami dengan bangunan dan lahan pertanian yang tidak dapat menyerap CO₂ secara efektif.	✓		

	terhadap peningkatan suhu global!			
7	Perubahan lingkungan terjadi akibat berbagai faktor, baik yang disebabkan oleh alam maupun aktivitas manusia. Beberapa bentuk perubahan lingkungan yang umum terjadi adalah pencemaran udara, pencemaran air, deforestasi, dan perubahan iklim. Tugas Anda: Pilih dua bentuk perubahan lingkungan dari daftar di atas, kemudian: 1. Jelaskan penyebab utama dari masing-masing perubahan lingkungan tersebut. 2. Jelaskan dampak yang ditimbulkan terhadap ekosistem dan kehidupan manusia.	1. Pencemaran Udara a. Penyebab: Emisi gas dari kendaraan bermotor, industri, pembakaran bahan bakar fosil, dan kebakaran hutan. b. Dampak: Menyebabkan gangguan pernapasan pada manusia, memperburuk efek rumah kaca, hujan asam yang merusak tanaman dan tanah, serta menurunkan kualitas udara di kota-kota besar. 2. Deforestasi a. Penyebab: Penebangan hutan untuk pertanian, perkebunan, pembangunan infrastruktur, dan eksploitasi kayu. b. Dampak: Berkurangnya habitat satwa liar, meningkatnya emisi CO₂ karena berkurangnya pohon penyerap karbon, dan terganggunya siklus air yang menyebabkan kekeringan serta banjir.	✓	
8	Dalam 30 tahun terakhir, laju deforestasi meningkat drastis, terutama di wilayah tropis seperti Amazon dan Kalimantan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya permintaan akan lahan pertanian dan industri kayu. Akibatnya, suhu global meningkat karena hutan yang berfungsi	1. Hubungan deforestasi dan perubahan iklim: a. Deforestasi mengurangi jumlah pohon yang dapat menyerap CO₂, sehingga kadar gas rumah kaca meningkat di atmosfer.	✓	

	sebagai penyerap karbon semakin berkurang. Tugas Anda: 1. Klarifikasi informasi dalam artikel tersebut dengan menjelaskan hubungan antara deforestasi dan perubahan iklim! 2. Jelaskan bagaimana deforestasi dapat berdampak lebih luas terhadap ekosistem lain, seperti keanekaragaman hayati dan siklus air.	a. Peningkatan gas rumah kaca menyebabkan efek rumah kaca lebih kuat, yang berkontribusi pada pemanasan global dan perubahan pola cuaca ekstrem. 2. Dampak terhadap ekosistem lain: a. Keanekaragaman Hayati: Banyak spesies kehilangan habitatnya, menyebabkan kepunahan satwa liar yang bergantung pada hutan. b. Siklus Air: Pohon membantu menyerap dan menyimpan air hujan; jika hutan berkurang, maka risiko banjir meningkat dan ketersediaan air tanah menurun.																																							
9	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tahun</th><th>Jakarta</th><th>Bandung</th><th>New Delhi</th><th>Los Angeles</th><th>London</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td><td>45</td><td>78</td><td>12</td><td>25</td><td>25</td></tr> <tr> <td>2020</td><td>50</td><td>80</td><td>15</td><td>28</td><td>27</td></tr> <tr> <td>2021</td><td>55</td><td>85</td><td>18</td><td>30</td><td>28</td></tr> <tr> <td>2022</td><td>60</td><td>90</td><td>20</td><td>32</td><td>29</td></tr> <tr> <td>2023</td><td>65</td><td>95</td><td>22</td><td>35</td><td>30</td></tr> </tbody> </table> Tabel berikut menunjukkan tingkat polusi udara (PM2.5 dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$) di lima kota besar selama lima tahun terakhir. 1. Sajikan data dalam tabel tersebut ke dalam bentuk grafik (garis atau batang) untuk menunjukkan tren tingkat polusi udara di berbagai kota! Analisis tren yang terjadi berdasarkan grafik yang telah Anda buat. Kota mana yang mengalami peningkatan polusi udara paling signifikan, dan apa kemungkinan penyebabnya?	Tahun	Jakarta	Bandung	New Delhi	Los Angeles	London	2019	45	78	12	25	25	2020	50	80	15	28	27	2021	55	85	18	30	28	2022	60	90	20	32	29	2023	65	95	22	35	30	1. Grafik yang dibuat harus menunjukkan tren peningkatan polusi udara di setiap kota selama lima tahun terakhir. 2. Analisis tren: a. New Delhi mengalami peningkatan paling signifikan, dari $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019) menjadi $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2023). Penyebab utama kemungkinan adalah peningkatan jumlah kendaraan bermotor, industri, dan pembakaran sampah yang tidak terkendali. b. Jakarta juga mengalami peningkatan yang cukup tinggi, dari $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ menjadi $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, yang bisa disebabkan oleh urbanisasi dan tingginya emisi kendaraan bermotor.	✓		
Tahun	Jakarta	Bandung	New Delhi	Los Angeles	London																																				
2019	45	78	12	25	25																																				
2020	50	80	15	28	27																																				
2021	55	85	18	30	28																																				
2022	60	90	20	32	29																																				
2023	65	95	22	35	30																																				

		Beijing mengalami kenaikan tetapi lebih lambat dibandingkan kota lain, kemungkinan karena adanya kebijakan pengendalian polusi yang lebih ketat.			
10	Dalam 10 tahun terakhir, tingkat polusi udara di kota-kota berkembang meningkat secara signifikan dibandingkan kota-kota maju. Salah satu penyebabnya adalah pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang lebih cepat di negara berkembang. Tugas Anda: 1. Jika Anda memiliki data polusi udara di lima kota yang berbeda, bagaimana cara terbaik untuk menyajikannya agar lebih mudah dipahami? 2. Berdasarkan tren peningkatan polusi di kota berkembang, langkah apa yang dapat dilakukan pemerintah untuk mengatasi masalah ini?	1. Cara terbaik menyajikan data: a. Menggunakan grafik garis untuk menunjukkan tren peningkatan polusi dari tahun ke tahun. b. Menggunakan diagram batang untuk membandingkan tingkat polusi di berbagai kota pada tahun tertentu. c. Menyajikan tabel yang menunjukkan data numerik secara detail sebelum dibuat grafiknya. 2. Langkah-langkah untuk mengatasi peningkatan polusi: a. Menerapkan kebijakan pembatasan kendaraan pribadi, seperti sistem ganjil-genap atau pajak emisi kendaraan. b. Mendorong penggunaan transportasi umum dan kendaraan listrik untuk mengurangi emisi gas buang. c. Mengontrol emisi industri dengan regulasi ketat dan penerapan teknologi ramah lingkungan. Menanam lebih banyak pohon di kota besar untuk membantu menyerap polutan udara.	✓		

11	Sebuah laporan ilmiah menunjukkan bahwa sejak tahun 1850, suhu global telah meningkat rata-rata 1,2°C, dengan percepatan kenaikan yang lebih tinggi dalam 50 tahun terakhir. Para ilmuwan menyebut bahwa salah satu penyebab utama kenaikan ini adalah penggunaan bahan bakar fosil yang menghasilkan gas rumah kaca. Tugas Anda: 1. Apa hubungan antara penggunaan bahan bakar fosil dan peningkatan suhu global? Jelaskan secara ilmiah. 2. Berdasarkan data ilmiah, gas rumah kaca apa saja yang paling berkontribusi terhadap pemanasan global? 3. Jelaskan dua cara untuk mengurangi dampak dari penggunaan bahan bakar fosil terhadap pemanasan global!	1. Hubungan penggunaan bahan bakar fosil dan peningkatan suhu global: a. Pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi, dan gas alam) menghasilkan karbon dioksida (CO₂), yang meningkatkan kadar gas rumah kaca di atmosfer. b. Gas ini menangkap radiasi panas dari matahari, sehingga suhu bumi terus meningkat (efek rumah kaca). c. Data dari IPCC menunjukkan bahwa sejak Revolusi Industri, kadar CO₂ di atmosfer naik dari 280 ppm menjadi lebih dari 400 ppm, yang beriringan dengan kenaikan suhu global. 2. Gas rumah kaca utama yang berkontribusi terhadap pemanasan global: a. Karbon dioksida (CO₂) → berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi. b. Metana (CH₄) → berasal dari peternakan, tempat pembuangan sampah, dan eksplorasi gas alam. c. Nitrogen oksida (N₂O) → berasal dari penggunaan pupuk kimia di pertanian. 3. Dua cara mengurangi dampak bahan bakar fosil terhadap pemanasan global: a. Meningkatkan penggunaan energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan hidro untuk	✓		
----	---	---	---	--	--

		mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. b. Menerapkan kebijakan efisiensi energi, seperti mendorong kendaraan listrik dan industri rendah emisi untuk mengurangi gas rumah kaca.			
12	Data menunjukkan bahwa di daerah dengan aktivitas industri tinggi, kualitas air sungai menurun drastis, ditandai dengan tingginya kandungan limbah berbahaya dan menurunnya jumlah organisme air seperti ikan dan serangga. Jelaskan bagaimana aktivitas manusia di sektor industri dapat menyebabkan pencemaran air dan dampaknya terhadap ekosistem perairan! Uraikan hubungan sebab-akibatnya secara logis.	Aktivitas industri sering menghasilkan limbah cair yang dibuang ke sungai tanpa pengolahan yang memadai. Limbah ini mengandung zat kimia berbahaya seperti logam berat atau bahan beracun yang mencemari air. Pencemaran ini mengurangi kualitas air, membuatnya berbahaya bagi makhluk hidup. Organisme air seperti ikan dan serangga menjadi mati atau berpindah karena lingkungan tidak lagi mendukung kehidupan. Maka, terdapat hubungan sebab-akibat yang jelas antara aktivitas industri (penyebab) dengan pencemaran air dan kerusakan ekosistem perairan (akibat).	✓		
13	Sebagian orang berpendapat bahwa "Perubahan lingkungan terjadi secara alami, tanpa pengaruh manusia." 1. Menurut pendapatmu, apakah pernyataan tersebut benar? Jelaskan alasannya! 2. Berikan dua contoh perubahan lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia!	1. Pernyataan tersebut tidak sepenuhnya benar. Memang ada perubahan lingkungan yang terjadi secara alami, seperti letusan gunung berapi atau gempa bumi. Namun, aktivitas manusia juga menyebabkan perubahan lingkungan yang lebih cepat, seperti pemanasan global akibat polusi udara. 2. Dua contoh perubahan lingkungan akibat manusia:	✓		

	3. Sebutkan satu cara manusia dapat mengurangi dampak buruk dari perubahan lingkungan.	a. Polusi udara akibat asap kendaraan dan pabrik yang menyebabkan pemanasan global. b. Penebangan hutan (deforestasi) yang menyebabkan banjir dan hilangnya habitat hewan. 3. Salah satu cara untuk mengurangi dampak perubahan lingkungan: Menggunakan transportasi umum atau kendaraan listrik untuk mengurangi polusi udara.			
14	Perhatikan dua peristiwa berikut: - Gunung berapi meletus dan menyemburkan abu ke atmosfer, menyebabkan suhu udara menjadi lebih dingin dalam beberapa waktu. - Banyak pohon ditebang untuk membuat lahan pertanian, sehingga udara menjadi lebih panas dan hewan kehilangan tempat tinggal. Tugas Anda: - Manakah dari dua peristiwa di atas yang merupakan perubahan lingkungan alami? Manakah yang terjadi karena aktivitas manusia? Jelaskan alasanmu! - Apa dampak dari peristiwa nomor 2 terhadap lingkungan dan kehidupan manusia? - Bagaimana cara kita mengatasi dampak negatif dari peristiwa nomor 2?	- Letusan gunung berapi (peristiwa 1) adalah perubahan lingkungan alami karena terjadi tanpa campur tangan manusia. Penebangan hutan (peristiwa 2) adalah perubahan akibat manusia, karena manusia sengaja menebang pohon untuk kepentingan tertentu. - Dampak dari penebangan hutan: - Udara menjadi lebih panas karena pohon tidak lagi menyerap karbon dioksida. - Hewan kehilangan habitatnya, sehingga beberapa spesies bisa punah. - Tanah menjadi lebih mudah longsor dan banjir lebih sering terjadi. - Cara mengatasi dampak penebangan hutan: - Menanam kembali pohon yang ditebang (reboisasi).	✓		

		b. Menggunakan kayu secara bijak dan mengurangi pembukaan hutan untuk lahan pertanian.			
15	Dalam sebuah eksperimen tentang pencemaran air, seorang siswa menguji tingkat keasaman (pH) air sungai sebelum dan sesudah dibuang limbah pabrik. Namun, ia hanya melakukan pengukuran satu kali di bagian hulu sungai. Apakah metode yang digunakan sudah tepat? Berikan alasan dan saran perbaikan jika diperlukan!	Metode tersebut kurang tepat karena hanya mengukur pH air di satu titik. Agar hasil lebih valid, sebaiknya: - Mengambil sampel air di beberapa titik (hulu, tengah, dan hilir sungai). - Melakukan pengukuran pada waktu yang berbeda untuk melihat pola perubahan pH. - Mengulangi eksperimen beberapa kali untuk memastikan hasil yang konsisten.	✓		
16	Seorang peneliti ingin mengukur kadar karbon dioksida (CO₂) di udara sekitar kawasan industri. Ia melakukan langkah-langkah berikut: - Menggunakan alat pengukur CO₂ di satu titik lokasi selama satu jam. - Mencatat hasil pengukuran. - Menggunakan hasil tersebut untuk menyimpulkan tingkat polusi udara di seluruh kota. Menurut Anda, apakah langkah-langkah penelitian tersebut sudah benar? Jika ada yang perlu diperbaiki, jelaskan alasannya!	Prosedur tersebut kurang tepat karena hanya menggunakan satu titik pengukuran dalam waktu singkat. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, peneliti seharusnya: - Mengambil sampel di beberapa lokasi berbeda dalam kota. - Melakukan pengukuran dalam beberapa waktu yang berbeda (pagi, siang, dan malam). - Mengulangi pengukuran beberapa kali untuk memastikan konsistensi data.	✓		
17	Plastik sekali pakai seperti kantong plastik, botol air mineral, dan sedotan sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, plastik membutuhkan	Kebiasaan dalam menggunakan plastik: Saya sering menggunakan kantong plastik saat berbelanja dan membeli air minum dalam botol	✓		

	waktu ratusan tahun untuk terurai dan dapat mencemari lingkungan, terutama lautan. Tugas Anda: 1. Bagaimana kebiasaan Anda dalam menggunakan plastik sehari-hari? Jelaskan dengan contoh. 2. Menurut Anda, apakah kebiasaan tersebut berdampak positif atau negatif terhadap lingkungan? Berikan alasan yang mendukung jawaban Anda. 3. Sebutkan satu langkah konkret yang dapat Anda lakukan untuk mengurangi dampak negatif penggunaan plastik terhadap lingkungan.	plastik karena lebih praktis. Namun, saya juga mencoba mengurangi penggunaan plastik dengan membawa tas belanja sendiri. 2. Dampak terhadap lingkungan: a. Kebiasaan menggunakan plastik sekali pakai berdampak negatif karena plastik sulit terurai dan dapat mencemari laut serta tanah. b. Jika plastik tidak didaur ulang, bisa mencemari ekosistem dan membahayakan satwa laut yang tidak sengaja memakannya. 3. Langkah konkret yang dapat dilakukan: Saya bisa mulai menggunakan botol minum yang dapat digunakan kembali dan membawa tas kain saat berbelanja untuk mengurangi penggunaan plastik sekali pakai.			
18	Konsumsi energi dan penggunaan transportasi pribadi (seperti sepeda motor dan mobil) dapat meningkatkan emisi karbon yang berkontribusi pada perubahan iklim. Tugas Anda: 1. Bagaimana kebiasaan Anda dalam menggunakan energi dan transportasi sehari-hari? Jelaskan dengan contoh. 2. Apakah kebiasaan tersebut berdampak terhadap perubahan lingkungan? Jelaskan alasannya. 3. Sebutkan dua cara yang dapat Anda lakukan untuk mengurangi	1. Kebiasaan dalam menggunakan energi dan transportasi: Saya sering menggunakan sepeda motor untuk pergi ke sekolah dan lupa mematikan lampu serta kipas angin saat tidak digunakan. Namun, saya juga mencoba menghemat listrik dengan menggunakan lampu LED. 2. Dampak terhadap lingkungan: a. Menggunakan kendaraan bermotor setiap hari meningkatkan emisi karbon, yang menyebabkan polusi udara dan pemanasan global.	✓		

	dampak negatif dari konsumsi energi dan penggunaan transportasi pribadi terhadap lingkungan.	b. Konsumsi listrik yang berlebihan meningkatkan permintaan energi, terutama jika listrik berasal dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil. 3. Dua cara untuk mengurangi dampak negatif: a. Menggunakan transportasi umum, bersepeda, atau berjalan kaki untuk perjalanan pendek agar mengurangi emisi karbon. b. Menghemat listrik dengan mematikan peralatan elektronik saat tidak digunakan dan memilih peralatan hemat energi.			
19	Diatas, Anda telah membuat solusi untuk mengurangi dampak penggunaan plastik, misalnya dengan membawa tas belanja sendiri atau menggunakan botol minum yang dapat digunakan kembali. Tugas Anda: 1. Evaluasi solusi yang telah Anda buat sebelumnya. Apa kelebihan dan kekurangan dari solusi tersebut dalam mengurangi dampak plastik terhadap lingkungan? 2. Apakah solusi yang Anda buat sudah efektif atau masih bisa diperbaiki? Jika masih bisa diperbaiki, jelaskan bagaimana cara merevisinya berdasarkan informasi terbaru yang Anda ketahui!	1. Kelebihan dan kekurangan solusi: a. Kelebihan: Menggunakan tas belanja sendiri dan botol minum mengurangi limbah plastik yang sulit terurai. b. Kekurangan: Tidak semua orang dapat dengan mudah mengubah kebiasaan ini, dan beberapa produk masih dikemas dengan plastik yang sulit digantikan. 2. Revisi solusi berdasarkan informasi terbaru: a. Selain membawa tas belanja sendiri, bisa juga menggunakan produk berbahan biodegradable yang lebih ramah lingkungan. b. Mengajak teman dan keluarga untuk ikut serta, sehingga dampaknya lebih luas.	✓		

		Memfaatkan program daur ulang di komunitas setempat untuk mengelola plastik yang masih digunakan.			
20	Anda sebelumnya mengusulkan solusi untuk mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan kendaraan bermotor, misalnya dengan menggunakan sepeda atau transportasi umum. Tugas Anda: 1. Evaluasi solusi yang telah Anda buat. Apa kelebihan dan kekurangan solusi tersebut dalam mengurangi emisi gas rumah kaca? 2. Apakah ada informasi baru yang membuat solusi Anda bisa lebih baik? Jika iya, jelaskan bagaimana Anda akan merevisi solusi tersebut agar lebih efektif?	1. Kelebihan dan kekurangan solusi: a. Kelebihan: Menggunakan transportasi umum atau sepeda dapat mengurangi emisi karbon dan menghemat bahan bakar. b. Kekurangan: Transportasi umum mungkin belum tersedia di semua tempat, dan menggunakan sepeda tidak selalu praktis untuk perjalanan jauh. 2. Revisi solusi berdasarkan informasi terbaru: a. Jika transportasi umum tidak tersedia, bisa mempertimbangkan carpooling (berbagi kendaraan) untuk mengurangi jumlah kendaraan di jalan. b. Menggunakan kendaraan listrik yang lebih ramah lingkungan jika memungkinkan. c. Mengusulkan kebijakan kepada pemerintah lokal untuk meningkatkan infrastruktur transportasi umum yang lebih efisien.	✓		

e. Penilaian Umum

1. Instrumen tes kemampuan bernalar kritis pada materi perubahan lingkungan dapat diterapkan tanpa revisi.
2. Instrumen tes kemampuan bernalar kritis pada materi perubahan lingkungan dapat diterapkan dengan revisi kecil.
3. Instrumen tes kemampuan bernalar kritis pada materi perubahan lingkungan dapat diterapkan dengan revisi besar.
4. Instrumen tes kemampuan bernalar kritis pada materi perubahan lingkungan tidak dapat diterapkan.

f. Saran-saran

daftar dicantumkan

Singaraja, 16/4 — 2025
Validator,

[Signature]
Prof. Dr. Ida Bagus Putu Arnyana, M.Si.
NIP. 195812311986011005

Lampiran 8. Hasil Tabulasi Gregory Instrumen Kemampuan Bernalar Kritis

Penilai 1		Penilai 2	
Kurang Relevan (Skor 1-2)	Sangat Relevan (Skor 3-4)	Kurang Relevan (Skor 1-2)	Sangat Relevan (Skor 3-4)
-	Soal 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	-	Soal 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

		Penilai 1	
		Kurang Relevan (Skor 1-2)	Sangat Relevan (Skor 3-4)
Penilai 2	Kurang Relevan (Skor 1-2)	A (0)	B (0)
	Sangat Relevan (Skor 3-4)	C (0)	D (20)

Keterangan:

- A : Sel yang menunjukkan ketidaksetujuan antara kedua penilai
 B dan C : Sel yang menunjukkan perbedaan pandangan antara penilai
 D : Sel yang menunjukkan persetujuan yang valid antara kedua penilai

$$\begin{aligned}
 \text{Validitas Isi} &= \frac{D}{A+B+C+D} \\
 &= \frac{20}{0+0+0+20} \\
 &= \frac{20}{20} \\
 &= 1 \text{ (Validitas sangat tinggi)}
 \end{aligned}$$

Lampiran 9. Data Hasil Uji Coba Instrumen Kemampuan Bernalar Kritis

No.	Responden	Butir Soal																				Skor Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Febrian Dwi Mahessa	10	12	12	12	10	11	11	12	12	10	11	12	10	12	12	12	12	12	10	9	224
2	Gede Angga Wiprapta Dangin	12	12	11	12	11	10	12	12	8	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	231
3	Gede Indra Suardana	12	12	12	12	10	10	10	11	9	12	12	11	12	12	11	11	12	12	12	12	227
4	Gede Suantra	11	10	12	12	10	12	10	9	12	12	12	10	11	12	12	9	12	12	9	10	219
5	I Gede Yasa Pradnyana Eka Putra	12	12	12	12	11	10	12	11	12	12	12	10	12	12	11	10	11	12	10	10	226
6	I Kadek Triska Adi Permana	9	10	11	12	10	10	11	11	10	10	11	11	10	11	8	12	11	9	12	11	210
7	I Ketut Somarada	9	10	9	8	8	10	11	10	9	10	12	12	11	10	11	9	11	12	10	9	201
8	I Komang Trisna Putra	8	8	12	12	10	10	11	10	10	10	9	11	10	11	10	10	9	9	12	12	204
9	I Made Agus Arya Satya	10	11	12	11	10	9	12	10	10	12	10	12	11	9	10	11	10	10	10	11	211
10	I Putu Gede Eka Putra Yasa	12	12	12	12	11	10	12	12	12	12	11	12	11	10	12	11	12	12	10	11	229
11	Kadek Budiasa	12	12	12	12	12	11	12	12	6	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	232
12	Kadek Deepika Chandra	12	11	12	10	10	10	10	9	10	9	11	10	10	9	12	9	12	11	12	11	210
13	Kadek Diantari	12	12	12	12	11	10	10	10	9	11	11	11	12	12	12	11	12	12	12	12	226
14	Kadek Irma Noviyani	11	10	10	10	9	10	9	8	8	10	12	12	11	10	12	12	12	11	12	10	209
15	Kadek Jefira Shiren	10	10	12	12	10	10	9	10	8	11	11	12	12	11	12	12	12	12	11	10	217
16	Komang Aditya Wahyu Tri	12	12	12	12	11	12	11	12	12	11	12	12	12	10	11	12	12	12	12	12	234
17	Komang Gede Radhea Prema	10	11	12	12	12	12	10	11	12	12	11	10	12	12	11	12	12	8	11	12	225
18	Komang Krisna Sastrawan	11	12	11	11	10	10	9	11	9	10	12	10	11	12	12	12	11	12	12	12	220

No.	Responden	Butir Soal																				Skor Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
19	Komang Laudya	12	11	11	12	12	12	11	10	11	12	12	11	12	11	11	11	12	11	12	12	229
20	Luh Meisia Rasintia Dewi	9	10	11	10	12	10	10	12	11	12	11	10	9	11	12	11	12	11	11	11	216
21	Ni Kadek Pajar Sri Ardiani	12	10	9	9	10	10	11	10	12	12	11	12	11	10	11	10	12	12	11	12	217
22	Ni Ketut Ayu Niken S.	12	12	12	11	10	10	10	9	9	9	8	10	9	10	9	12	10	11	9	8	200
23	Ni Luh Gede Dhyana Gayatri	12	12	12	12	11	11	11	10	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	231
24	Ni Made Nanik Susanika	9	10	12	12	8	8	9	6	8	10	8	6	10	12	10	9	11	12	11	11	192
25	Ni Putu Novi Suardani	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	240
26	Nyoman Krisna Murti W.	10	10	9	10	10	10	12	11	12	12	11	11	12	12	10	11	12	10	12	11	218
27	Putu Fitri Dian Permatasari	11	10	12	11	10	10	11	12	10	11	10	12	12	11	10	10	9	12	9	10	213
28	Dewa Putu Sudiarmawan	12	11	11	12	12	10	11	12	11	9	12	12	10	11	12	6	12	12	12	12	222
29	Gede Aditya Pradnyana	9	10	11	11	10	11	10	9	9	10	10	8	10	11	12	12	10	12	11	10	206
30	Gede Pande Yasa Pratama	11	12	11	11	10	9	10	11	9	12	9	11	10	10	11	12	12	10	9	10	210
31	I Dewa Putu Wahyu P.	10	11	10	11	9	9	10	11	8	10	11	12	11	12	10	12	12	11	11	11	212
32	I Gede Widi Dana	11	10	12	12	11	10	11	12	8	12	11	11	12	11	11	12	12	11	9	10	219
33	I Kadek Kirtana Dwi Putra	9	8	9	10	8	8	11	10	11	9	12	10	12	12	10	12	11	10	12	11	205
34	I Kadek Pika Marta W.	10	10	12	12	9	9	11	10	9	12	11	10	12	11	12	12	12	8	10	11	213
35	I Putu Alden Murdayana	11	10	10	11	9	10	9	8	12	10	11	10	10	10	9	12	10	12	10	10	204
36	Kadek Dwi Prasista Yani	11	10	10	10	9	9	10	10	9	11	12	12	11	12	11	12	11	12	12	11	215

No.	Responden	Butir Soal																				Skor Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
37	Kadek Harry Swastika Diputra	11	12	11	10	10	9	12	11	10	11	11	11	10	11	10	11	12	9	11	10	213
38	Ketut Tio Intiadi	12	12	12	12	11	10	12	12	9	10	12	11	10	10	11	12	12	12	9	9	220
39	Ketut Wahyu Putrawan	12	12	12	11	11	12	12	11	10	11	12	12	11	12	11	8	12	11	9	10	222
40	Komang Praja Asri	12	11	11	10	10	10	12	11	10	12	11	9	10	9	10	12	10	9	10	10	209
41	Luh Riska Sriwardani	10	10	11	10	11	10	12	11	9	9	9	9	10	10	11	10	10	11	9	9	201
42	Maria Viona Saphira Seuk N.	12	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10	10	11	11	10	11	203
43	Meisya Anggi Selvina	11	10	12	12	10	10	11	10	12	10	10	11	12	12	10	9	10	11	10	11	214
44	Ni Kadek Dewi Widya Sari	12	12	11	12	10	9	10	9	9	10	10	10	10	11	11	8	12	10	12	11	209
45	Ni Luh Eka Putriani	11	12	12	12	10	10	11	10	8	9	10	10	10	11	12	12	11	12	10	10	213
46	Ni Luh Putu Mulyadi	9	10	10	12	10	10	11	10	12	11	10	10	11	10	10	9	10	12	10	11	208
47	Ni Putu Ayu Umananda Putri	10	11	12	11	10	9	11	12	10	10	10	9	10	12	12	11	11	12	11	10	214
48	Putu Ayu Trisna Wulandari	12	12	11	11	10	10	12	10	9	11	11	11	10	10	9	9	11	10	11	10	210
49	Putu Charissa Riandani Sugiarta	11	12	12	10	12	11	12	10	10	11	10	10	11	12	12	11	12	10	10	9	218
50	Putu Stefhani Marsha Alinski	12	12	11	12	11	10	11	10	10	11	11	12	12	11	10	9	12	9	10	11	217
51	Putu Widya Ayu Cahyani	12	11	12	11	10	10	10	11	10	10	10	11	10	11	10	11	12	11	10	10	213
52	Rajendra Siaga Tika	11	11	12	12	10	11	11	10	9	10	10	12	12	10	9	12	9	11	10	10	212
53	Rikmayana Vithala	12	11	11	10	10	9	12	11	10	12	11	11	10	11	10	12	11	12	9	9	214
54	Putu Yoga Praba Sistaya	9	10	12	11	9	10	11	10	9	11	10	12	10	11	11	10	10	12	12	10	210

No.	Responden	Butir Soal																				Skor Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
55	Kadek David Septian Nakula	10	10	11	12	10	10	12	12	12	10	11	12	12	12	11	10	12	12	10	9	220
56	Kadek Febri Ardiagarini	12	12	12	12	10	12	11	12	12	12	12	12	11	12	12	8	10	11	10	10	225
57	Putu Suci Pujiastuti	12	12	12	12	12	12	12	12	9	12	12	12	12	12	12	12	12	8	12	12	233



Lampiran 10. Hasil Analisis Uji Validitas Butir

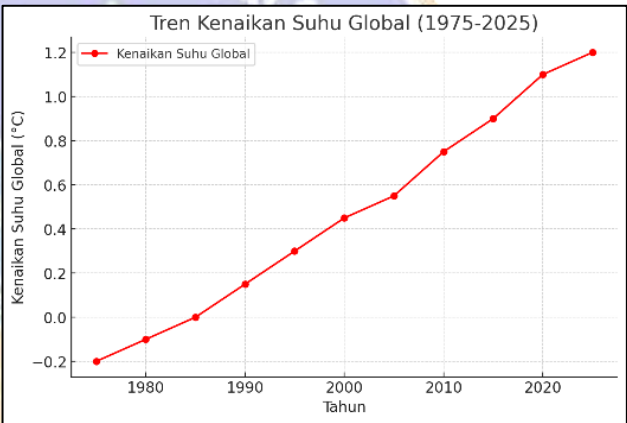
Nomor Soal	r_{tabel}	r_{hitung}	Keterangan
1	0,2201	0,517	Valid
2	0,2201	0,558	Valid
3	0,2201	0,354	Valid
4	0,2201	0,461	Valid
5	0,2201	0,696	Valid
6	0,2201	0,609	Valid
7	0,2201	0,354	Valid
8	0,2201	0,640	Valid
9	0,2201	0,188	Invalid
10	0,2201	0,572	Valid
11	0,2201	0,652	Valid
12	0,2201	0,545	Valid
13	0,2201	0,563	Valid
14	0,2201	0,434	Valid
15	0,2201	0,525	Valid
16	0,2201	0,173	Invalid
17	0,2201	0,527	Valid
18	0,2201	0,140	Invalid
19	0,2201	0,287	Valid
20	0,2201	0,459	Valid

Lampiran 11. Hasil Analisis Uji Reliabilitas

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0.722	21



Lampiran 12. Instrumen Tes Kemampuan Bernalar Kritis

No.	Indikator Bernalar Kritis	Soal
1	Menyusun pertanyaan yang jelas dan relevan	Perubahan lingkungan dapat terjadi akibat berbagai aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil, deforestasi, dan pencemaran air. Dampak dari perubahan ini dapat dirasakan oleh manusia, hewan, dan tumbuhan di dalam ekosistem. Susunlah pertanyaan kritis yang berhubungan dengan penyebab utama perubahan lingkungan serta dampaknya terhadap ekosistem secara spesifik!
2	Mengajukan pertanyaan yang berorientasi pemecahan masalah	Polusi udara akibat emisi kendaraan bermotor dan aktivitas industri telah menyebabkan berbagai masalah lingkungan, termasuk pemanasan global dan gangguan kesehatan manusia. Selain itu, deforestasi yang dilakukan untuk kepentingan industri dan perluasan lahan pertanian juga menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati dan berkurangnya sumber daya alam. Ajukan pertanyaan kritis yang berorientasi pada solusi konkret untuk mengatasi polusi udara dan deforestasi!
3	Mengidentifikasi informasi dan gagasan	 Grafik berikut menunjukkan tren peningkatan suhu global rata-rata dalam 50 tahun terakhir (1975–2025). Terlihat bahwa suhu global terus mengalami kenaikan yang signifikan setiap dekade. 1. Apa informasi utama yang dapat diidentifikasi dari tren peningkatan suhu global berdasarkan grafik ini? 2. Sebutkan dan jelaskan dua faktor utama yang menyebabkan kenaikan suhu global dalam 50 tahun terakhir!
4	Mengklarifikasikan informasi	Perubahan lingkungan terjadi akibat berbagai faktor, baik yang disebabkan oleh alam maupun aktivitas manusia. Beberapa bentuk perubahan lingkungan yang umum terjadi adalah pencemaran udara, pencemaran air, deforestasi, dan perubahan iklim. Tugas Anda: Pilih dua bentuk perubahan lingkungan dari daftar di atas, kemudian:

		1. Jelaskan penyebab utama dari masing-masing perubahan lingkungan tersebut. 2. Jelaskan dampak yang ditimbulkan terhadap ekosistem dan kehidupan manusia.
5	Mengolah informasi	Dalam 10 tahun terakhir, tingkat polusi udara di kota-kota berkembang meningkat secara signifikan dibandingkan kota-kota maju. Salah satu penyebabnya adalah pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang lebih cepat di negara berkembang. Tugas Anda: 1. Jika Anda memiliki data polusi udara di lima kota yang berbeda, bagaimana cara terbaik untuk menyajikannya agar lebih mudah dipahami? 2. Berdasarkan tren peningkatan polusi di kota berkembang, langkah apa yang dapat dilakukan pemerintah untuk mengatasi masalah ini?
6	Menganalisis penalaran	Data menunjukkan bahwa di daerah dengan aktivitas industri tinggi, kualitas air sungai menurun drastis, ditandai dengan tingginya kandungan limbah berbahaya dan menurunnya jumlah organisme air seperti ikan dan serangga. Jelaskan bagaimana aktivitas manusia di sektor industri dapat menyebabkan pencemaran air dan dampaknya terhadap ekosistem perairan! Uraikan hubungan sebab-akibatnya secara logis.
7	Mengevaluasi kebenaran argumen	Perhatikan dua peristiwa berikut: 1. Gunung berapi meletus dan menyemburkan abu ke atmosfer, menyebabkan suhu udara menjadi lebih dingin dalam beberapa waktu. 2. Banyak pohon ditebang untuk membuat lahan pertanian, sehingga udara menjadi lebih panas dan hewan kehilangan tempat tinggal. Tugas Anda: 1. Manakah dari dua peristiwa di atas yang merupakan perubahan lingkungan alami? Manakah yang terjadi karena aktivitas manusia? Jelaskan alasanmu! 2. Apa dampak dari peristiwa nomor 2 terhadap lingkungan dan kehidupan manusia? 3. Bagaimana cara kita mengatasi dampak negatif dari peristiwa nomor 2?
8	Menilai konsistensi prosedur	Dalam sebuah eksperimen tentang pencemaran air, seorang siswa menguji tingkat keasaman (pH) air sungai sebelum dan sesudah dibuang limbah pabrik. Namun, ia hanya melakukan pengukuran satu kali di bagian hulu sungai. Apakah metode yang digunakan sudah tepat? Berikan alasan dan saran perbaikan jika diperlukan!
9	Menganalisis pemikiran sendiri	Plastik sekali pakai seperti kantong plastik, botol air mineral, dan sedotan sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, plastik membutuhkan waktu ratusan tahun untuk terurai dan dapat mencemari lingkungan, terutama lautan. Tugas Anda:

		1. Bagaimana kebiasaan Anda dalam menggunakan plastik sehari-hari? Jelaskan dengan contoh. 2. Menurut Anda, apakah kebiasaan tersebut berdampak positif atau negatif terhadap lingkungan? Berikan alasan yang mendukung jawaban Anda. 3. Sebutkan satu langkah konkret yang dapat Anda lakukan untuk mengurangi dampak negatif penggunaan plastik terhadap lingkungan.
10	Mengevaluasi pemikiran sendiri	Diatas, Anda telah membuat solusi untuk mengurangi dampak penggunaan plastik, misalnya dengan membawa tas belanja sendiri atau menggunakan botol minum yang dapat digunakan kembali. Tugas Anda: 1. Evaluasi solusi yang telah Anda buat sebelumnya. Apa kelebihan dan kekurangan dari solusi tersebut dalam mengurangi dampak plastik terhadap lingkungan? 2. Apakah solusi yang Anda buat sudah efektif atau masih bisa diperbaiki? Jika masih bisa diperbaiki, jelaskan bagaimana cara merevisinya berdasarkan informasi terbaru yang Anda ketahui!



Lampiran 13. Modul Ajar Materi Perubahan Lingkungan



MENGAPA LINGKUNGAN BERUBAH? BAGAIMANA MENJAGANYA?

Penulis: I Gede Teguh Arya Mahendradata	Fase: E	Kelas: X	Jenjang: SMA	Alokasi Waktu: 6x 45 menit
Perkiraan Jumlah Peserta Didik: 25-32		Moda Pembelajaran: Pertemuan Tatap Muka		
Profil Pelajar Pancasila: Bernalar Kritis, Mandiri, Gotong Royong, Kreatif		Sarana dan Prasarana: Laptop, Gawai, Wi-Fi, Gambar/Foto, LCD Proyektor		
Metode Pembelajaran: Diskusi, Tanya Jawab, Observasi dan Presentasi		Strategi Pembelajaran: <i>Authentic Problem Inquiry</i>		
Tujuan Pembelajaran: 1. Mengidentifikasi perubahan lingkungan yang terjadi di sekitarnya dengan menyajikan laporan hasil pengamatan 2. Menganalisis penyebab dan dampak negatif dari perubahan lingkungan dengan menyajikan data hasil kajian literatur atau pengamatan atau wawancara 3. Mendeskripsikan bioteknologi yang dapat diterapkan dalam mengatasi perubahan lingkungan dengan menyajikan diagram dari hasil kajian literatur atau wawancara		Elemen Capaian Pembelajaran: Bernalar Kritis Materi Prasyarat: 1. Komponen ekosistem 2. Interaksi antar ekosistem 3. Pengelolaan limbah 4. Definisi bioteknologi 5. Jenis-jenis bioteknologi		

PERTEMUAN KE-1

Pemahaman Bermakna:

Peserta didik akan memahami bahwa lingkungan terus berubah dan dapat memberikan dampak negatif bagi kelangsungan makhluk hidup

Pertanyaan Pemantik:

Anak-anak, masih ingatkan kalian bagaimana jumlah rumah di lingkungan kalian pada saat kalian duduk di sekolah dasar? Bandingkan dengan kondisi saat ini. Adakah yang berubah? Apakah perubahan itu menguntungkan bagi manusia?

Persiapan Pembelajaran:

1. Laptop/gawai dalam kondisi baik
2. Media PowerPoint
3. Gambar perubahan lingkungan

Kegiatan Awal Pembelajaran (10 menit)

- a. Menyampaikan salam dan menanyakan kabar peserta didik.
- b. Memimpin peserta didik untuk berdoa.
- c. Memeriksa kebersihan kelas dan kesiapan peserta didik dalam belajar.
- d. Memeriksa daftar kehadiran peserta didik.
- e. Menyampaikan tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran, dan penilaian kepada peserta didik.

Kegiatan Inti (70 menit)

Tahap 1. Orientasi pada Masalah

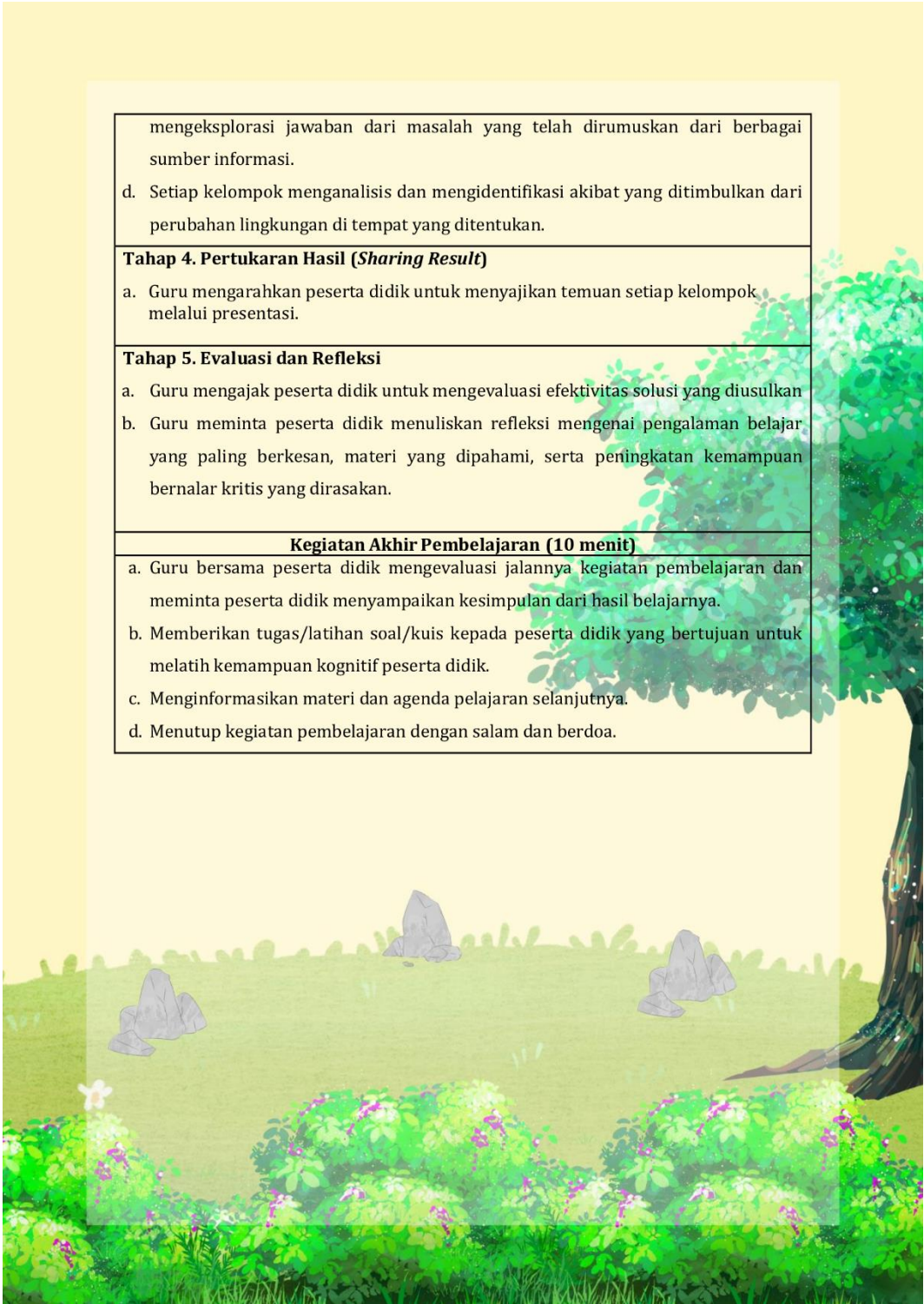
- a. Guru memperkenalkan peserta didik dengan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari mengenai perubahan lingkungan.

Tahap 2. Merumuskan Masalah

- a. Guru meminta peserta didik untuk berdiskusi dan menetapkan masalah spesifik yang akan dipecahkan.
- b. Guru membimbing peserta didik untuk merumuskan pertanyaan kunci yang akan menjadi fokus penyelidikan.

Tahap 3. Penyelidikan dan Pencarian Informasi

- a. Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan penelitian dan mengumpulkan informasi untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya.
- b. Guru membentuk kelompok belajar beranggotakan 5-6 peserta didik dan bersifat heterogen.
- c. Guru menugaskan kepada peserta didik untuk melakukan penyelidikan dan



mengeksplorasi jawaban dari masalah yang telah dirumuskan dari berbagai sumber informasi.
d. Setiap kelompok menganalisis dan mengidentifikasi akibat yang ditimbulkan dari perubahan lingkungan di tempat yang ditentukan.
Tahap 4. Pertukaran Hasil (<i>Sharing Result</i>)
a. Guru mengarahkan peserta didik untuk menyajikan temuan setiap kelompok melalui presentasi.
Tahap 5. Evaluasi dan Refleksi
a. Guru mengajak peserta didik untuk mengevaluasi efektivitas solusi yang diusulkan
b. Guru meminta peserta didik menuliskan refleksi mengenai pengalaman belajar yang paling berkesan, materi yang dipahami, serta peningkatan kemampuan bernalar kritis yang dirasakan.
Kegiatan Akhir Pembelajaran (10 menit)
a. Guru bersama peserta didik mengevaluasi jalannya kegiatan pembelajaran dan meminta peserta didik menyampaikan kesimpulan dari hasil belajarnya.
b. Memberikan tugas/latihan soal/kuis kepada peserta didik yang bertujuan untuk melatih kemampuan kognitif peserta didik.
c. Menginformasikan materi dan agenda pelajaran selanjutnya.
d. Menutup kegiatan pembelajaran dengan salam dan berdoa.

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) PERTEMUAN KE-1

Materi : Perubahan Lingkungan
 Kelompok :
 Anggota Kelompok :

Tujuan Pembelajaran :
 Pemahaman Materi : a. Mengidentifikasi bentuk-bentuk perubahan lingkungan di sekitar tempat tinggal peserta didik.
 b. Menjelaskan faktor-faktor yang menyebabkan perubahan lingkungan.
 c. Menyajikan laporan hasil pengamatan tentang perubahan lingkungan yang ditemukan.
 Kemampuan Bernalar Kritis : a. Mengidentifikasi fakta dan bukti dari hasil pengamatan perubahan lingkungan.
 b. Mengkaji hubungan sebab-akibat antara aktivitas manusia dan perubahan lingkungan.
 c. Menyajikan argumen berdasarkan bukti hasil observasi.
 d. Menyusun kesimpulan logis dari hasil pengamatan dan diskusi.

1. Orientasi Masalah

a. Penyajian Masalah Otentik

Masalah: Perubahan Lingkungan Sekitar

Banyak peserta didik tinggal di wilayah yang mengalami perubahan dari tahun ke tahun, seperti penambahan bangunan, berkurangnya lahan terbuka hijau, hingga alih fungsi lahan. Seringkali perubahan ini luput dari perhatian padahal dapat berdampak pada kualitas hidup masyarakat.

b. Diskusi Klarifikasi Istilah

1. Perubahan lingkungan: segala bentuk perubahan fisik maupun biologis pada lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas alam maupun manusia.
2. Ekosistem: hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya.
3. Observasi: kegiatan mengamati dan mencatat informasi berdasarkan penginderaan langsung.

4. Alih fungsi lahan: perubahan fungsi suatu lahan, misalnya dari sawah menjadi perumahan atau tempat usaha.

2. Perumusan Masalah

Rumuskan masalah diatas dalam bentuk pertanyaan!

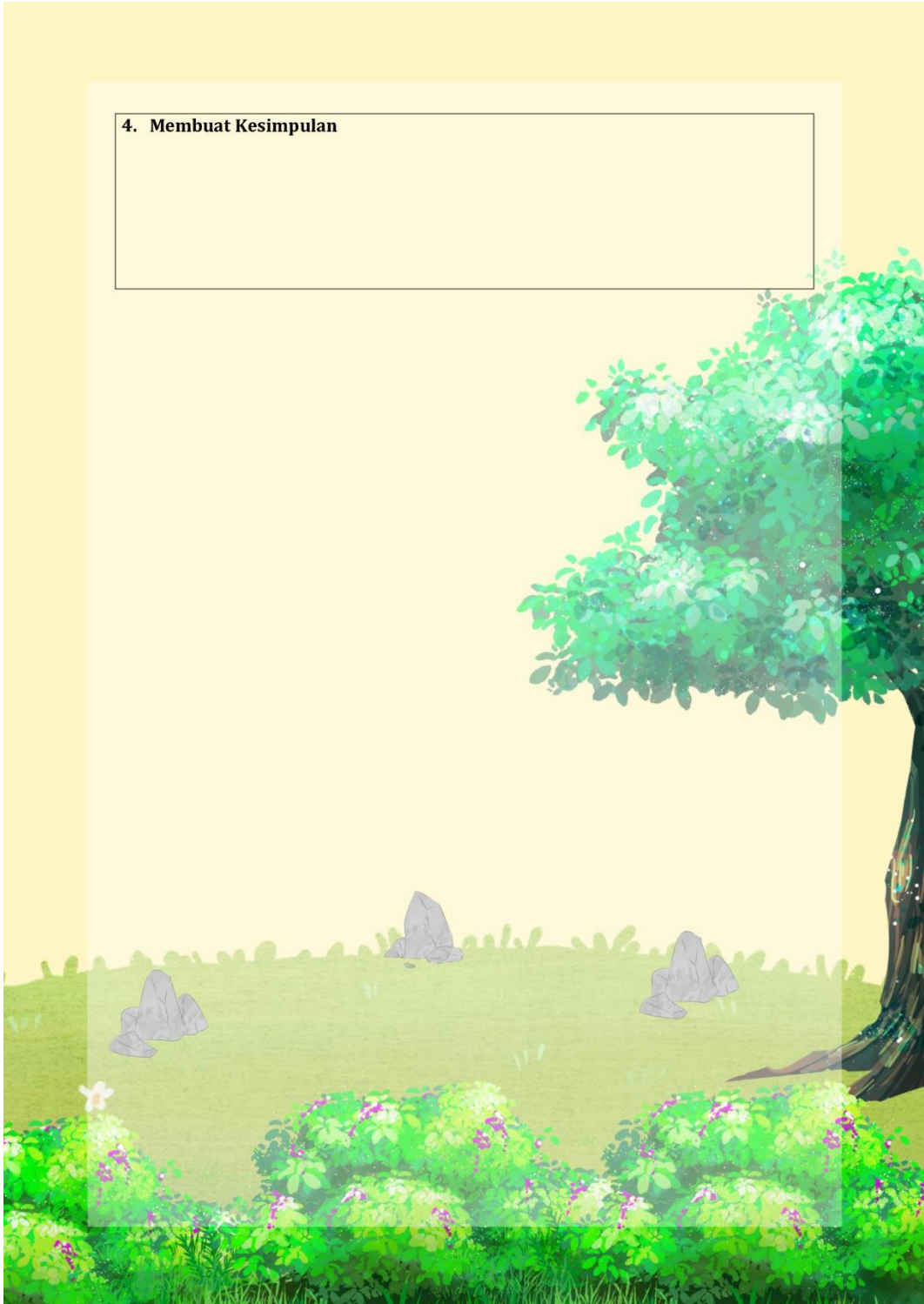
3. Melakukan Penyelidikan

Lakukan observasi di lingkungan sekitar tempat tinggal atau sekolah, kemudian catat bentuk perubahan lingkungan yang terjadi.

Tabel 1. Identifikasi Perubahan Lingkungan

No.	Lokasi Penyelidikan	Jenis Perubahan	Deskripsi Singkat	Dokumentasi
1				
2				
3				

4. Membuat Kesimpulan



RUBRIK PENILAIAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) PERTEMUAN KE-1

Tabel 1. Rubrik Penilaian Laporan

No.	Kriteria	Skor		Bobot
1	Isi Laporan: 1. Menyelidiki minimal 3 lokasi yang mengalami perubahan lingkungan yang terjadi 2. Penjelasan perubahan yang terjadi dipaparkan secara jelas 3. Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel 4. Mengaitkan konsep-konsep biologi dalam proses perubahan lingkungan	Semua kriteria terpenuhi	4	6
		Hanya tiga kriteria terpenuhi	3	
		Hanya dua kriteria terpenuhi	2	
		Hanya satu kriteria terpenuhi	1	
2	Tampilan Laporan: 1. Tata letak elemen (gambar, tulisan dan lainnya sesuai pada tempatnya. 2. Foto dokumentasi wilayah jelas 3. Menggunakan media yang interaktif 4. Tulisan dapat dibaca dengan jelas	Semua kriteria terpenuhi	4	4
		Hanya tiga kriteria terpenuhi	3	
		Hanya dua kriteria terpenuhi	2	
		Hanya satu kriteria terpenuhi	1	

Nilai: Jumlah Skor x Bobot x 100

40

Tabel 2. Perkembangan Peserta Didik

No.	Kriteria	Perkembangan		
		Belum	Mulai	Sudah
1	Mampu menentukan perubahan lingkungan dilihat dari berbagai aspek	Memenuhi 1 kriteria	Memenuhi 2 kriteria	Menuhi semua kriteria
2	Mampu menggali informasi dari berbagai sumber mengenai perubahan lingkungan			
3	Mampu menyampaikan hasil diskusi dengan jelas, menggunakan bahasa baik dan benar			

MATERI AJAR PERTEMUAN KE-1**a. Definisi Lingkungan Hidup**

Pengertian lingkungan hidup dalam Pasal 1 angka 1 Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup termasuk manusia dan perilakunya yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan umum serta makhluk hidup lain. Berdasarkan pengertian diatas, pengertian lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup termasuk didalamnya manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain

b. Hukum Lingkungan

Berdasarkan aspek, maka hukum lingkungan meliputi hukum tata lingkungan, hukum perlindungan lingkungan, hukum kesehatan lingkungan, hukum pencemaran lingkungan, hukum lingkungan internasional, hukum perselisihan lingkungan. Dalam penyimpulannya, mengemukakan bahwa hukum lingkungan adalah hukum yang mengatur tatananan lingkungan untuk mencapai keselarasan hubungan antara manusia dengan lingkungan, baik lingkungan fisik maupun lingkungan hidup sosial budaya. Dari pendapat diatas, maka dapat disimpulkan bahwa pengertian hukum lingkungan ialah keseluruhan peraturan yang mengatur tentang tatanan lingkungan untuk mencapai keselarasan hubungan manusia dengan lingkungan yang pelaksanaan peraturan tersebut dapat dipaksakan dengan sanksi oleh penguasa/pihak berwenang.

c. Pembangunan Berwawasan Lingkungan

Pembangunan berwawasan lingkungan menurut Pasal 1 Angka 3 Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah upaya terencana yang memadukan aspek lingkungan, ekonomi dan sosial kedalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup. Pembangunan dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan mutu hidup manusia. Pada pelaksanaannya, pembangunan dihadapkan pada dua sisi, yaitu jumlah penduduk yang besar dengan tingkat pertumbuhan yang tinggi dan sumber daya alam yang terbatas. Untuk menyelesaikannya dengan cara pengelolaan sumber daya alam dengan bijaksana, pembangunan yang berkesinambungan sepanjang masa dan peningkatan kualitas hidup.

d. Pencemaran Dan Perusakan Lingkungan

1. Definisi Pencemaran Lingkungan Pencemaran menurut SK Menteri Kependudukan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/1988, adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam

air/udara, dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) air/udara oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air/udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya

2. Jenis-Jenis Pencemaran Lingkungan Lingkungan dibentuk oleh kegiatan yang dilakukan manusia. Perubahan yang terjadi pada lingkungan akan mempengaruhi kehidupan manusia dan makhluk hidup lain baik langsung maupun tidak langsung. Istilah pencemaran digunakan untuk melukiskan bagaimana keadaan alam yang lebih berat dari sekedar pengotoran saja. Dalam perkembangannya, istilah pencemaran lingkungan mengalami kekhususan yaitu pencemaran udara, air, dan tanah. Setiap pencemaran berasal dari sumber tertentu. Sumber ini sangat penting karena dapat dijadikan pedoman untuk menghilangkan pencemaran pada lingkungan. Jenis-jenis pencemaran lingkungan, antara lain:

- a) Pencemaran Air Air merupakan salah satu komponen yang dibutuhkan oleh manusia dan makhluk hidup lain. Pencemaran air merupakan perubahan yang terjadi pada penampungan air, seperti danau, sungai, rawa dan laut akibat kegiatan manusia. Pengertian pencemaran air menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran air disebabkan oleh berbagai hal dan karakteristek berbeda-beda, contohnya: sampah organik, limbah rumah tangga, dan limbah industri. Untuk itu, diperlukan upaya pengendalian terhadap sumber air supaya kualitas air tetap terjaga dan sesuai dengan mutu air. Pengendalian pada sumber air dilakukan dengan cara memelihara fungsi air dan memenuhi baku mutu air. Pencemaran air dapat mengakibatkan gangguan hidup makhluk lain. Gangguan tersebut antara lain: gangguan fisik terhadap badan air yang menyangkut suhu, bau, rasa dan kekeruhan, gangguan kimia terhadap badan air adanya senyawa organik maupun anorganik, gangguan biologis karena adanya mikroorganisme, tumbuhan dan hewan. Pencemaran air sangat mempengaruhi keseimbangan kehidupan dan kelangsungan hidup manusia, maka pencemaran air harus dihilangkan atau dikendalikan.

- b) Pencemaran Udara Udara sangat penting dalam kelangsungan hidup makhluk hidup. Sebagai sumber daya alam, udara harus dilindungi bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lain. Pencemaran udara bersumber dari pencemar udara misalnya pembakaran batu bara, bahan bakar minyak dan pembakaran lainnya. Kadar pencemar yang tinggi mempunyai dampak yang lebih merugikan. Keadaan cuaca dan meteorologi mempengaruhi pembentukan penyebaran pencemaran udara. Peredaran pencemaran udara dimulai dari sumber sampai ke lingkungan berakhir pada

permukaan tanah dan perairan. Pencemaran yang dimaksud merugikan adalah pencemaran yang sudah melampaui ambang batas daya tampung atas kemampuan yang dapat mengakibatkan berbagai efek negatif sampai fatal. Untuk mendapatkan udara yang sesuai dengan kualitas yang diinginkan maka pengendalian pencemaran udara harus dilakukan. Pengertian pencemaran udara berdasarkan Pasal 1 Angka 1 Peraturan Pemerintah Nomor 1 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Secara garis besar pencemaran udara dibagi menjadi dua bagian yaitu pencemaran udara bebas dan pencemaran udara ruangan. Bahan yang dapat mencemari udara berbentuk partikel dan gas. Penyebab pencemaran udara berasal dari alam maupun kegiatan manusia. Adanya pencemaran udara harus mengetahui baku mutu udara atau nilai ambang batas. Baku mutu udara bermanfaat untuk menentukan batas kadar yang diperbolehkan bagi bahan pencemar udara namun tidak menimbulkan gangguan terhadap kehidupan makhluk hidup.

- c) Tanah mempunyai fungsi yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup, disamping sebagai ruang hidup juga mempunyai fungsi produksi yaitu sebagai penghasil biomassa seperti makanan, kayu, obat-obatan. Selain itu, tanah juga berperan menjaga kelestarian sumber daya air dan lingkungan hidup secara umum. Artinya pemanfaatan tanah harus dilakukan dengan bijaksana dan perencanaan untuk kepentingan yang akan datang. Tanah bisa dimanfaatkan secara berkelanjutan apabila kegiatan pengendalian kerusakan tanah sudah sesuai dengan tingkat mutu yang diinginkan. Ditinjau dari terjadinya pencemaran tanah dapat dibagi menjadi dua yaitu, terjadi dengan sendirinya yang disebabkan alam dan perbuatan manusia dan terjadi karena adanya pencemaran yang berasal dari air, udara maupun tanah. Sumber kerusakan tanah berkaitan dengan usaha penggunaan tanah untuk pertanian, perkebunan, dan hutan termasuk kegiatan pertambangan, pemukiman, dan industri. Pencemaran yang terjadi pada tanah merupakan keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami



PERTEMUAN KE-2

Pemahaman Bermakna:

Peserta didik akan memahami bahwa dengan melakukan analisis penyebab serta dampak kerusakan lingkungan maka mereka akan mampu menemukan solusi

Pertanyaan Pemantik:

Anak-anak tentunya sudah menyadari jika lingkungan itu mengalami perubahan. Menurut anak-anak, apa saja faktor yang menyebabkan lingkungan itu berubah dan apa saja dampak yang anak-anak rasakan dari perubahan tersebut?

Persiapan Pembelajaran:

1. Laptop/gawai dalam kondisi baik
2. Media PowerPoint
3. Gambar perubahan lingkungan

Kegiatan Awal Pembelajaran (10 menit)

- a. Menyampaikan salam dan menanyakan kabar peserta didik.
- b. Memimpin peserta didik untuk berdoa.
- c. Memeriksa kebersihan kelas dan kesiapan peserta didik dalam belajar.
- d. Memeriksa daftar kehadiran peserta didik.
- e. Menyampaikan tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran, dan penilaian kepada peserta didik.

Kegiatan Inti (70 menit)

Tahap 1. Orientasi pada Masalah

- a. Guru memperkenalkan peserta didik dengan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari mengenai perubahan lingkungan.

Tahap 2. Merumuskan Masalah

- a. Guru meminta peserta didik berdiskusi dan menetapkan masalah spesifik yang akan dipecahkan.
- b. Guru membimbing peserta didik untuk merumuskan pertanyaan kunci yang akan menjadi fokus penyelidikan.

Tahap 3. Penyelidikan dan Pencarian Informasi

- a. Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan penelitian dan mengumpulkan informasi untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya.
- b. Guru membentuk kelompok belajar beranggotakan 5-6 peserta didik dan bersifat heterogen.

- c. Guru menugaskan kepada peserta didik untuk melakukan penyelidikan dan mengeksplorasi jawaban dari masalah yang telah dirumuskan dari berbagai sumber informasi.
- d. Setiap kelompok menganalisis dan mengidentifikasi akibat yang ditimbulkan dari perubahan lingkungan di tempat yang ditentukan.

Tahap 4. Pertukaran Hasil (*Sharing Result*)

- a. Guru mengarahkan peserta didik untuk menyajikan temuan setiap kelompok melalui presentasi.

Tahap 5. Evaluasi dan Refleksi

- a. Guru mengajak peserta didik untuk mengevaluasi efektivitas solusi yang diusulkan.
- b. Guru meminta peserta didik menuliskan refleksi mengenai pengalaman belajar yang paling berkesan, materi yang dipahami, serta peningkatan kemampuan bernalar kritis yang dirasakan.

Kegiatan Akhir Pembelajaran (10 menit)

- a. Guru bersama peserta didik mengevaluasi jalannya kegiatan pembelajaran dan meminta peserta didik menyampaikan kesimpulan dari hasil belajarnya.
- b. Memberikan tugas/latihan soal/kuis kepada peserta didik yang bertujuan untuk melatih kemampuan kognitif peserta didik.
- c. Menginformasikan materi dan agenda pelajaran selanjutnya.
- d. Menutup kegiatan pembelajaran dengan salam dan berdoa.

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) PERTEMUAN KE-2

Materi : Perubahan Lingkungan
Kelompok :
Anggota Kelompok :

Tujuan Pembelajaran :
Pemahaman Materi : a. Mengidentifikasi bentuk-bentuk perubahan lingkungan di sekitar tempat tinggal peserta didik.
b. Menjelaskan faktor-faktor yang menyebabkan perubahan lingkungan.
c. Menyajikan laporan hasil pengamatan tentang perubahan lingkungan yang ditemukan.
Kemampuan Bernalar Kritis : a. Mengidentifikasi fakta dan bukti dari hasil pengamatan perubahan lingkungan.
b. Mengkaji hubungan sebab-akibat antara aktivitas manusia dan perubahan lingkungan.
c. Menyajikan argumen berdasarkan bukti hasil observasi.
d. Menyusun kesimpulan logis dari hasil pengamatan dan diskusi.

1. Orientasi Masalah**a. Penyajian Masalah Otentik**

Masalah: Perubahan Lingkungan Sekitar

Banyak peserta didik tinggal di wilayah yang mengalami perubahan dari tahun ke tahun, seperti penambahan bangunan, berkurangnya lahan terbuka hijau, hingga alih fungsi lahan. Seringkali perubahan ini luput dari perhatian padahal dapat berdampak pada kualitas hidup masyarakat.

b. Diskusi Klarifikasi Istilah

1. Perubahan lingkungan: segala bentuk perubahan fisik maupun biologis pada lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas alam maupun manusia.
2. Ekosistem: hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya.
3. Observasi: kegiatan mengamati dan mencatat informasi berdasarkan penginderaan langsung.

4. Alih fungsi lahan: perubahan fungsi suatu lahan, misalnya dari sawah menjadi perumahan atau tempat usaha.

2. Perumusan Masalah

Rumuskan masalah diatas dalam bentuk pertanyaan!

3. Melakukan Penyelidikan

Lakukan observasi di lingkungan sekitar tempat tinggal atau sekolah, kemudian catat bentuk, penyebab, dan dampak perubahan lingkungan yang terjadi!

Tabel 1. Identifikasi Perubahan Lingkungan

No.	Lokasi Penyelidikan	Jenis Perubahan	Deskripsi Singkat	Penyebab	Dampak
1					
2					
3					

4. Membuat Kesimpulan



RUBRIK PENILAIAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) PERTEMUAN KE-1

Tabel 1. Rubrik Penilaian Laporan

No.	Kriteria	Skor		Bobot
1	Isi Laporan: 1. Menyelidiki minimal 3 lokasi yang mengalami perubahan lingkungan yang terjadi 2. Penjelasan dampak dan penyebab dipaparkan secara jelas 3. Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel 4. Mengaitkan konsep-konsep biologi dalam proses perubahan lingkungan	Semua kriteria terpenuhi	4	6
		Hanya tiga kriteria terpenuhi	3	
		Hanya dua kriteria terpenuhi	2	
		Hanya satu kriteria terpenuhi	1	
		Hanya satu kriteria terpenuhi	1	
2	Tampilan Laporan: 1. Tata letak elemen (gambar, tulisan dan lainnya sesuai pada temptnya. 2. Foto dokumentasi wilayah jelas 3. Menggunakan media yang interaktif 4. Tulisan dapat dibaca dengan jelas	Semua kriteria terpenuhi	4	4
		Hanya tiga kriteria terpenuhi	3	
		Hanya dua kriteria terpenuhi	2	
		Hanya satu kriteria terpenuhi	1	
		Hanya satu kriteria terpenuhi	1	

 Nilai: $\frac{\text{Jumlah Skor} \times \text{Bobot} \times 100}{40}$

40

Tabel 2. Perkembangan Peserta Didik

No.	Kriteria	Perkembangan		
		Belum	Mulai	Sudah
1	Mampu menentukan perubahan lingkungan dilihat dari berbagai aspek	Memenuhi 1 kriteria	Memenuhi 2 kriteria	Menuhi semua kriteria
2	Mampu menggali informasi dari berbagai sumber mengenai perubahan lingkungan			
3	Mampu menyampaikan hasil diskusi dengan jelas, menggunakan bahasa baik dan benar			

MATERI AJAR PERTEMUAN KE-2**a. Kerusakan Lingkungan**

Perubahan lingkungan yang menyebabkan kerusakan lingkungan bisa terjadi karena faktor alam maupun faktor manusia.

1. Kerusakan Lingkungan karena faktor manusia. Manusia memiliki berbagai jenis kebutuhan, baik kebutuhan pokok atau kebutuhan lainnya. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut manusia memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Semakin banyak jumlah manusia, semakin banyak pula sumber daya alam yang digali. Dalam proses pengambilan, pengolahan, dan pemanfaatan sumberdaya alam terdapat zat sisa yang tidak digunakan oleh manusia. Sisa-sisa tersebut dibuang karena dianggap tidak ada manfaatnya lagi. Proses pembuangan yang tidak sesuai dengan mestinya akan mencemari perairan, udara, dan daratan. Sehingga lama-kelamaan lingkungan menjadi rusak. Kerusakan lingkungan yang diakibatkan pencemaran terjadi dimana-mana berdampak pada menurunnya kemampuan kungan menimbulkan dampak buruk bagi manusia seperti penyakit dan bencana alam. Beberapa kegiatan manusia yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan yaitu: 1) Penebangan hutan 2) Penambangan liar 3) Pembangunan perumahan 4) Penerapan intensifikasi pertanian.
2. Perubahan lingkungan karena faktor alam. Sadar atau tidak lingkungan yang kita tempati sebenarnya selalu berubah. Pada awal pembentukannya bumi sangat panas sehingga tidak ada satupun bentuk kehidupan yang berada didalamnya. namun dalam jangka waktu yang sangat lamadan berangsur-angsur lingkungan bumi berubah menjadi lingkungan yang memungkinkan adanya bentuk kehidupan. Perubahan lingkungan itu terjadi karena adanya faktor-faktor alam. Beberapa faktor alam yang dapat mempengaruhi berubahnya kondisi lingkungan antara lain bencana alam, seperti gunung meletus, tsunami, tanah longsor, banjir, dan kebakaran hutan.

b. Usaha Manusia Menangani Limbah

Selain mencemari lingkungan, banyaknya limbah di permukaan bumi, baik di tanah maupun di perairan, juga menimbulkan bau busuk dan pemandangan yang tidak sedap dipandang mata. Untuk mengatasi hal-hal tersebut, usaha-usaha yang dapat dilakukan. antara lain mengolah limbah secara langsung atau tanpa didaur ulang dan mengolah limbah dengan didaur ulang.

1. Penanganan limbah organik padat:

- a) Composting, yaitu penanganan limbah organik menjadi kompos yang bisa dimanfaatkan sebagai pupuk melalui proses fermentasi. Bahan baku untuk membuat kompos adalah sampah kering maupun hijau dari sisa tanaman, sisa makanan, kotoran hewan, sisa bahan makanan. Gas Bio, yaitu pengubahan sampah organik yang berasal dari tinja manusia maupun

kotoran hewan menjadi gas yang dapat berfungsi sebagai bahan bakar alternatif. Kandungan gas bio antara lain metana (CH_4) dalam komposisi yang terbanyak, karbondioksida (CO_2), Nitrogen (N_2), Karbonmonoksida (CO), Oksigen (O_2), dan hidrogen sulfida (H_2S). Gas metana murni adalah gas tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Supaya efektif, proses pengubahan ini harus pada tingkat kelembaban yang sesuai, suhu tetap dan pH netral.

- b) Makanan ternak (Hog Feeding), adalah pengolahan sampah organik menjadi makanan ternak. Agar sampah organik dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak harus dipilih dan dibersihkan terlebih dulu agar tidak tercampur dengan sampah yang mengandung logam berat atau bahan-bahan yang membahayakan kesehatan ternak.

2. Penanganan limbah anorganik padat:

- a) Empat R (4 R = *replace, reduce, recycle dan reuse*)

Replace yaitu usaha mengurangi pencemaran dengan menggunakan barang-barang yang ramah lingkungan. Contohnya memanfaatkan daun daripada plastik sebagai pembungkus, menggunakan MTBE daripada TEL untuk anti knocking pada mesin, tidak menggunakan CFC sebagai pendingin dan lain-lain. Reduce yaitu usaha mengurangi pencemaran lingkungan dengan meminimalkan produksi sampah. Contohnya membawa tas belanja sendiri yang besar dari pada banyak kantong plastik, membeli kemasan isi ulang rinso, pelembut pakaian, minyak goreng dan lain-lain daripada membeli botol setiap kali habis, membeli bahan-bahan makanan atau keperluan lain dalam kemasan besar daripada yang kecil-kecil. Recycle yaitu usaha mengurangi pencemaran lingkungan dengan mendaur ulang sampah melalui penanganan dan teknologi khusus. Proses daur ulang biasanya dilakukan oleh pabrik/industri untuk dibuat menjadi produk lain yang bisa dimanfaatkan. Dalam hal ini pemulung berjasa sekaligus mendapatkan keuntungan karena dengan memilah sampah yang bisa didaur ulang bisa mendapat penghasilan. Misalnya plastik-plastik bekas bisa didaur ulang menjadi ember, gantungan baju, pot tanaman. Reuse yaitu usaha mengurangi pencemaran lingkungan dengan cara menggunakan dan memanfaatkan kembali barang-barang yang seharusnya sudah dibuang. Misalnya memanfaatkan botol/kaleng bekas sebagai wadah, memanfaatkan kain perca menjadi keset, memanfaatkan kemasan plastik menjadi kantong belanja/tas.

- b) Insenerator, adalah alat yang digunakan untuk membakar sampah secara terkendali pada suhu tinggi. Insenerator efisien karena sanggup mengurangi volume sampah hingga 80 %. Residunya berupa abu sekitar 5 – 10 % dari total volume sampah yang dibakar dan dapat digunakan sebagai penimbun tanah. Kekurangan alat ini adalah mahal dan tidak bisa memusnahkan sampah logam.

- c) Sanitary Landfill, adalah metode penanganan limbah padat dengan cara membuangnya pada area tertentu.
- d) Penghancuran sampah (pulverisation), adalah proses pengolahan sampah anorganik padat dengan cara menghancurkannya di dalam mobil sampah yang dilengkapi dengan alat pelumat sampah sehingga sampah hancur menjadi potongan-potongan kecil yang dapat dimanfaatkan untuk menimbun tanah yang cekung atau letaknya rendah.
- e) Pengepresan sampah (reduction mode), yaitu proses pengolahan sampah dengan cara mengepres sampah tersebut menjadi padat dan ringkas sehingga tidak memakan banyak tempat.

3. Penanganan Limbah cair

Sekitar 80% air yang digunakan manusia untuk aktivitasnya akan dibuang lagi dalam bentuk air yang sudah tercemar, baik itu limbah industri maupun limbah rumah tangga. Untuk itu diperlukan penanganan limbah dengan baik agar air buangan ini tidak menjadi polutan.

- a) Cara Fisika, yaitu pengolahan limbah cair dengan beberapa tahap proses kegiatan yaitu:
 - 1. Proses Penyaringan (screening), yaitu menyisihkan bahan tersuspensi yang berukuran besar dan mudah mengendap.
 - 2. Proses Flotasi, yaitu menyisihkan bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses berikutnya.
 - 3. Proses Filtrasi, yaitu menyisihkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dari dalam air atau menyumbat membran yang akan digunakan dalam proses osmosis.
 - 4. Proses adsorpsi, yaitu menyisihkan senyawa anorganik dan senyawa organik terlarut lainnya, terutama jika diinginkan untuk menggunakan kembali air buangan tersebut, biasanya menggunakan karbon aktif.
 - 5. Proses reverse osmosis (teknologi membran), yaitu proses yang dilakukan untuk memanfaatkan kembali air limbah yang telah diolah sebelumnya dengan beberapa tahap proses kegiatan. Biasanya teknologi ini diaplikasikan untuk unit pengolahan kecil dan teknologi ini termasuk mahal.
- b) Cara kimia, yaitu pengolahan air buangan yang dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor dan zat organik beracun dengan menambahkan bahan kimia tertentu yang diperlukan.
- c) Cara biologi, yaitu pengolahan air limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme alami untuk menghilangkan polutan baik secara aerobik maupun anaerobik. Pengolahan ini dianggap sebagai cara yang murah dan efisien.

PERTEMUAN KE-3

Pemahaman Bermakna:

Peserta didik dapat menerapkan bioteknologi sederhana untuk menyelesaikan masalah lingkungan.

Pertanyaan Pemantik:

Menurut anak-anak apa yang akan terjadi apabila perubahan lingkungan tetap dibiarkan?

Apa yang dapat kita lakukan untuk menjaga lingkungan agar tetap dalam kondisi yang baik?

Persiapan Pembelajaran:

1. Laptop/gawai dalam kondisi baik
2. Media PowerPoint
3. Gambar perubahan lingkungan

Kegiatan Awal Pembelajaran (10 menit)

- a. Menyampaikan salam dan menanyakan kabar peserta didik.
- b. Memimpin peserta didik untuk berdoa.
- c. Memeriksa kebersihan kelas dan kesiapan peserta didik dalam belajar.
- d. Memeriksa daftar kehadiran peserta didik.
- e. Menyampaikan tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran, dan penilaian kepada peserta didik.

Kegiatan Inti (70 menit)

Tahap 1. Orientasi pada Masalah

- a. Guru memperkenalkan peserta didik dengan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari mengenai perubahan lingkungan.

Tahap 2. Merumuskan Masalah

- a. Guru meminta peserta didik untuk berdiskusi dan menetapkan masalah spesifik yang akan dipecahkan.
- b. Guru membimbing peserta didik untuk merumuskan pertanyaan kunci yang akan menjadi fokus penyelidikan.

Tahap 3. Penyelidikan dan Pencarian Informasi

- a. Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan penelitian dan mengumpulkan informasi untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya.
- b. Guru membentuk kelompok belajar beranggotakan 5-6 peserta didik dan bersifat heterogen.
- c. Guru menugaskan kepada peserta didik untuk melakukan penyelidikan dan

mengeksplorasi jawaban dari masalah yang telah dirumuskan dari berbagai sumber informasi.

- d. Setiap kelompok menganalisis dan mengidentifikasi akibat yang ditimbulkan dari perubahan lingkungan di tempat yang ditentukan.

Tahap 4. Pertukaran Hasil (*Sharing Result*)

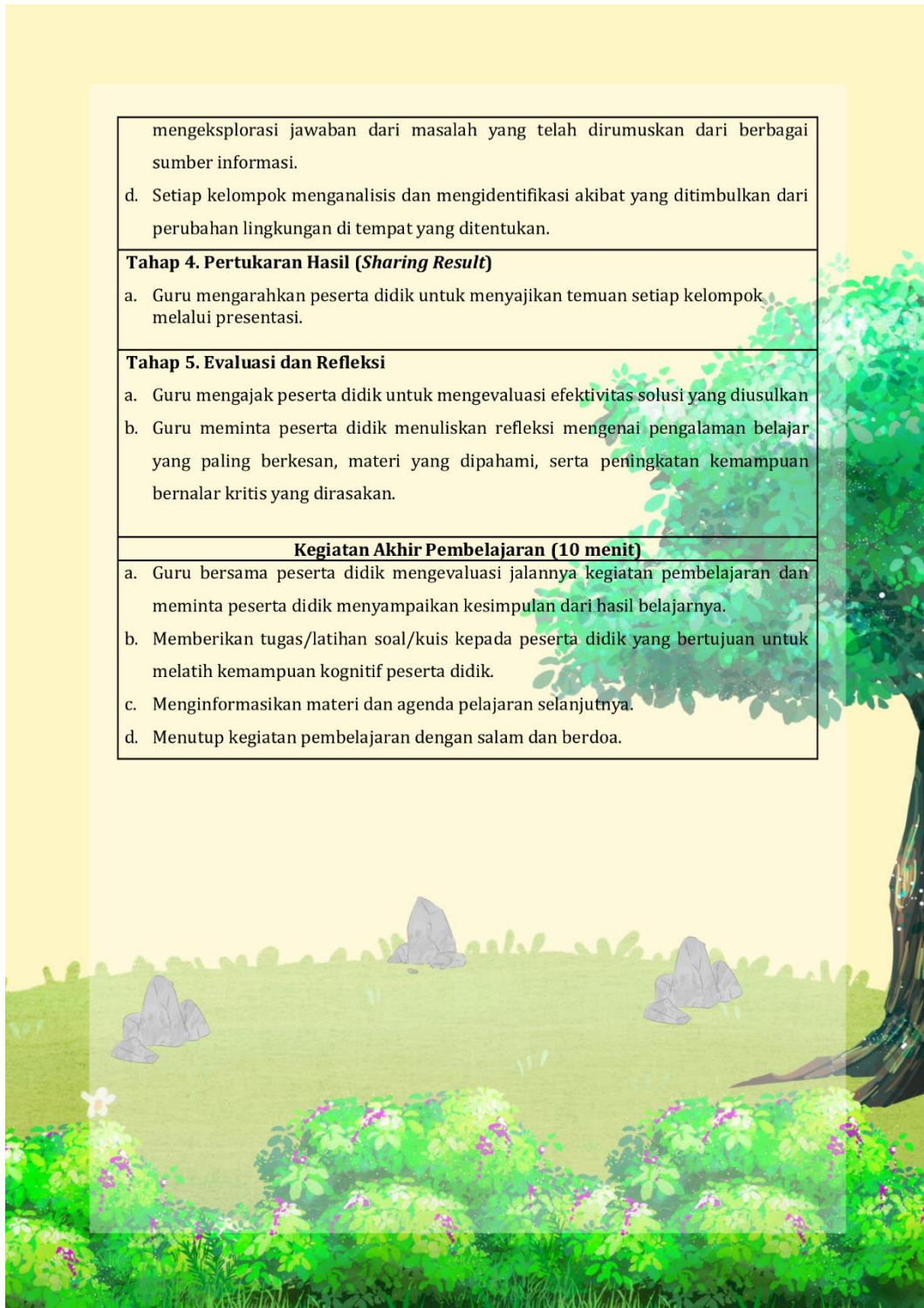
- a. Guru mengarahkan peserta didik untuk menyajikan temuan setiap kelompok melalui presentasi.

Tahap 5. Evaluasi dan Refleksi

- a. Guru mengajak peserta didik untuk mengevaluasi efektivitas solusi yang diusulkan
b. Guru meminta peserta didik menuliskan refleksi mengenai pengalaman belajar yang paling berkesan, materi yang dipahami, serta peningkatan kemampuan bernalar kritis yang dirasakan.

Kegiatan Akhir Pembelajaran (10 menit)

- a. Guru bersama peserta didik mengevaluasi jalannya kegiatan pembelajaran dan meminta peserta didik menyampaikan kesimpulan dari hasil belajarnya.
b. Memberikan tugas/latihan soal/kuis kepada peserta didik yang bertujuan untuk melatih kemampuan kognitif peserta didik.
c. Menginformasikan materi dan agenda pelajaran selanjutnya.
d. Menutup kegiatan pembelajaran dengan salam dan berdoa.



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) PERTEMUAN KE-3

Materi : Perubahan Lingkungan
 Kelompok :
 Anggota Kelompok :

Tujuan Pembelajaran :
 Pemahaman Materi : a. Mengidentifikasi bentuk-bentuk perubahan lingkungan di sekitar tempat tinggal peserta didik.
 b. Menjelaskan faktor-faktor yang menyebabkan perubahan lingkungan.
 c. Menyajikan laporan hasil pengamatan tentang perubahan lingkungan yang ditemukan.
 Kemampuan Bernalar Kritis : a. Mengidentifikasi fakta dan bukti dari hasil pengamatan perubahan lingkungan.
 b. Mengkaji hubungan sebab-akibat antara aktivitas manusia dan perubahan lingkungan.
 c. Menyajikan argumen berdasarkan bukti hasil observasi.
 d. Menyusun kesimpulan logis dari hasil pengamatan dan diskusi.

1. Orientasi Masalah

a. Penyajian Masalah Otentik

Masalah: Perubahan Lingkungan Sekitar

Banyak peserta didik tinggal di wilayah yang mengalami perubahan dari tahun ke tahun, seperti penambahan bangunan, berkurangnya lahan terbuka hijau, hingga alih fungsi lahan. Seringkali perubahan ini luput dari perhatian padahal dapat berdampak pada kualitas hidup masyarakat.

b. Diskusi Klarifikasi Istilah

1. Perubahan lingkungan: segala bentuk perubahan fisik maupun biologis pada lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas alam maupun manusia.
2. Ekosistem: hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya.
3. Observasi: kegiatan mengamati dan mencatat informasi berdasarkan penginderaan langsung.

4. Alih fungsi lahan: perubahan fungsi suatu lahan, misalnya dari sawah menjadi perumahan atau tempat usaha.

2. Perumusan Masalah

Rumuskan masalah diatas dalam bentuk pertanyaan!

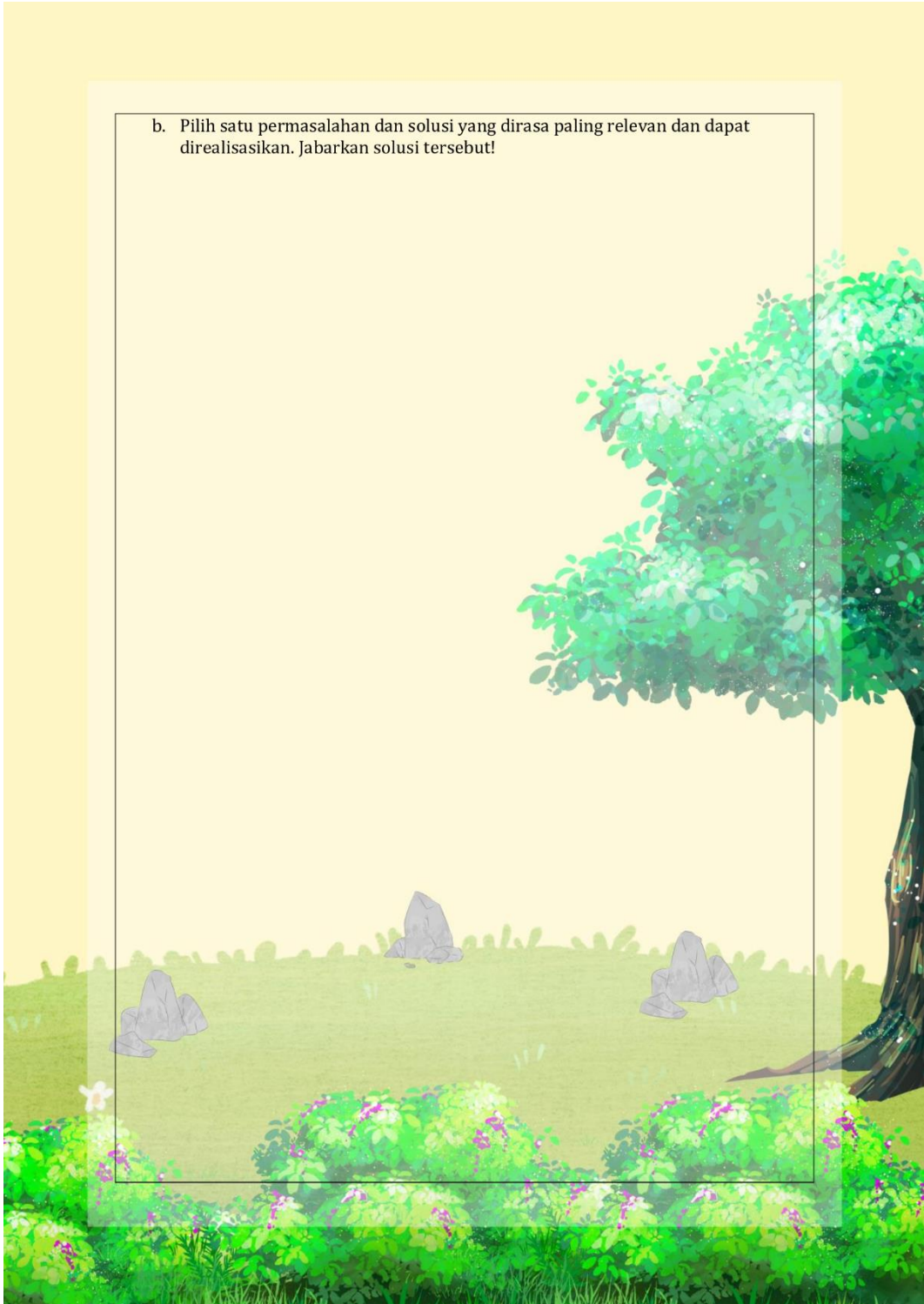
3. Melakukan Penyelidikan

Pada pertemuan sebelumnya, peserta didik telah melakukan observasi di lingkungan sekitar tempat tinggal atau sekolah, mencatat bentuk perubahan lingkungan, penyebab, serta dampaknya. Dari hasil penyelidikan sebelumnya, lanjutkan dengan memberikan solusi tepat guna untuk memecahkan permasalahan tersebut!

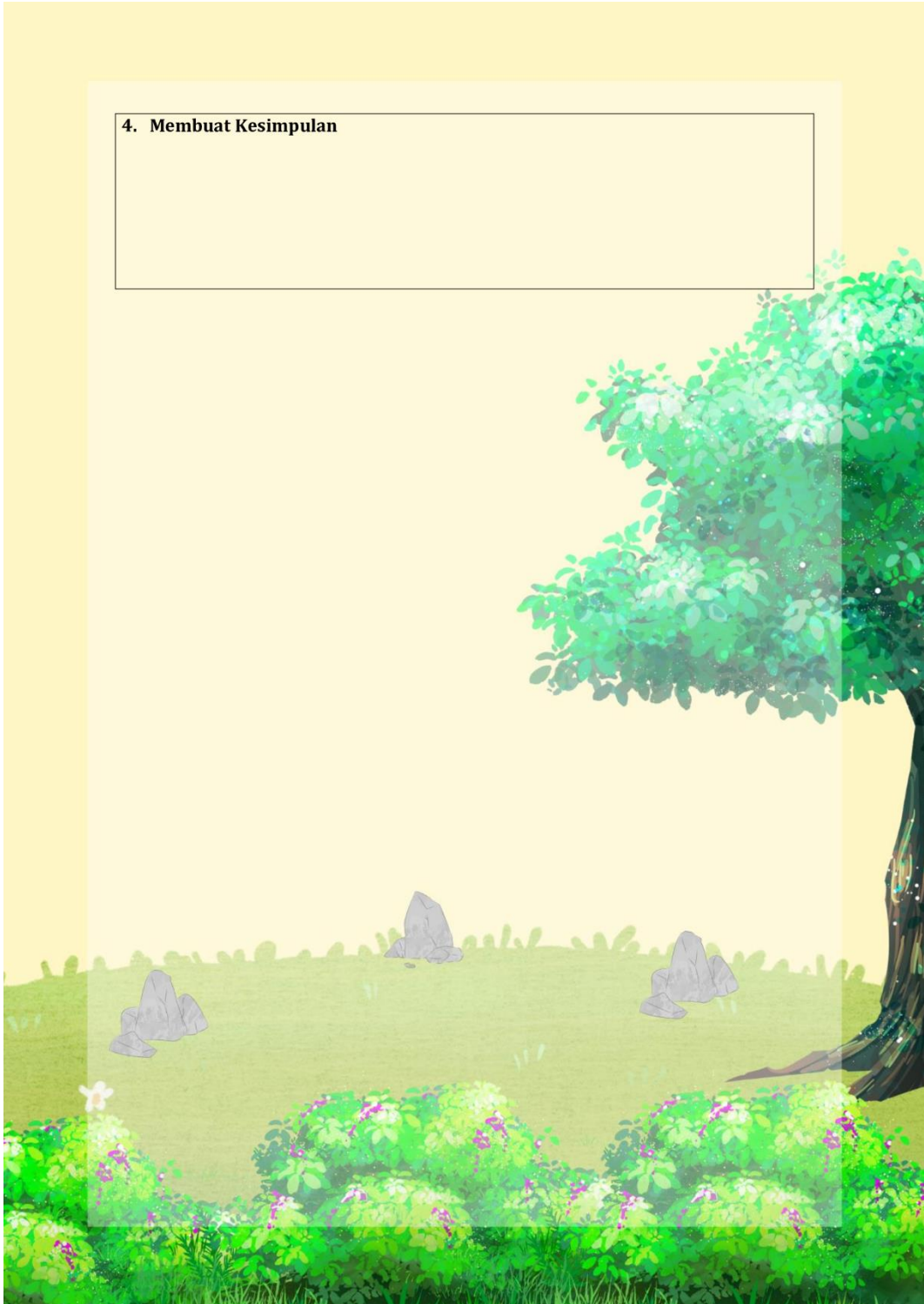
- a. Tuliskan solusi yang diusulkan untuk dapat menyelesaikan setiap permasalahan yang ditemui.



- b. Pilih satu permasalahan dan solusi yang dirasa paling relevan dan dapat direalisasikan. Jabarkan solusi tersebut!



4. Membuat Kesimpulan



RUBRIK PENILAIAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) PERTEMUAN KE-3

Tabel 1. Rubrik Penilaian Laporan

No.	Kriteria	Skor		Bobot
1	Isi Laporan: 1. Ide menarik 2. Pemilihan jenis bioteknologi tepat 3. Mudah dilakukan 4. Solusi yang diberikan dapat mengatasi permasalahan lingkungan	Semua kriteria terpenuhi	4	6
		Hanya tiga kriteria terpenuhi	3	
		Hanya dua kriteria terpenuhi	2	
		Hanya satu kriteria terpenuhi	1	
2	Tampilan Laporan: 1. Tata letak elemen (gambar, tulisan dan lainnya sesuai pada tempatnya. 2. Foto dokumentasi wilayah jelas 3. Menggunakan media yang interaktif 4. Tulisan dapat dibaca dengan jelas	Semua kriteria terpenuhi	4	4
		Hanya tiga kriteria terpenuhi	3	
		Hanya dua kriteria terpenuhi	2	
		Hanya satu kriteria terpenuhi	1	

 Nilai: $\frac{\text{Jumlah Skor} \times \text{Bobot} \times 100}{\dots}$

40

Tabel 2. Perkembangan Peserta Didik

No.	Kriteria	Perkembangan		
		Belum	Mulai	Sudah
1	Mampu menentukan jenis bioteknologi yang tepat untuk mengatasi permasalahan lingkungan	Memenuhi 1 kriteria	Memenuhi 2 kriteria	Memenuhi semua kriteria
2	Mampu membuat membuat Langkah-langkah bioteknologi yang akan dilakukan			
3	Mampu menyampaikan hasil diskusi dengan jelas, menggunakan bahasa baik dan benar			

MATERI AJAR PERTEMUAN KE-3**a. Definisi Bioteknologi**

Bioteknologi adalah terapan biologi yang melibatkan disiplin ilmu mikrobiologi, biokimia, genetika, dan biologi molekuler. Definisi bioteknologi secara klasik atau konvensional adalah teknologi yang memanfaatkan agen hayati atau bagian bagusnya untuk menghasilkan barang dan jasa dalam skala industri untuk memenuhi kebutuhan manusia. Sedangkan jika ditinjau secara modern, bioteknologi adalah pemanfaatan agen hayati atau bagian-bagian yang sudah direkayasa secara *in vitro* untuk menghasilkan barang dan jasa pada skala industri.

b. Jenis-Jenis Bioteknologi**1. Bioteknologi Konvensional**

Bioteknologi konvensional mencakup pemanfaatan organisme untuk menghasilkan barang dan jasa secara tradisional. Ciri utama dari bioteknologi konvensional adalah tidak adanya rekayasa genetik sehingga makhluk hidup yang terlibat dalam proses bioteknologi tersebut masih memiliki sifat alaminya. Jika pun ada, rekayasa yang dilakukan belum terarah dan hasilnya belum dapat dipastikan. Contohnya adalah pencarian bibit unggul tanaman melalui radiasi. Teknik mutasi yang dilakukan menghasilkan tanaman mutan dengan sifat yang berbeda-beda dan tidak dapat dipastikan. Barulah melalui proses penyortiran didapatkan tanaman dengan sifat unggul yang diinginkan. Teknologi-teknologi yang mendasari bioteknologi konvensional, diantaranya yaitu:

a) Teknologi bioproses

Teknologi bioproses adalah teknologi yang berkaitan dengan segala operasi dan proses yang memanfaatkan mikroorganisme, baik dalam fasa hidupnya maupun produk-produk enzimnya. Teknologi bioproses merupakan gabungan antara bioteknologi dan teknik kimia. Fermentasi memegang peranan penting dalam bioproses, karena merupakan kunci (proses utama) bagi produksi bahan-bahan yang berbasis biologis. Bahan-bahan yang dihasilakan melalui fermentasi merupakan hasil-hasil metabolit sel mikroba, misalnya antibiotik, asam-asam organik, aldehid, alkohol, fassel oil, dan sebagainya. Di samping hasil-hasil metabolit tersebut, fermentasi juga dapat diterapkan untuk menghasilkan biomassa sel mikroba seperti ragi roti (*baker yeast*) yang digunakan dalam pembuatan roti. Untuk menghasilkan tiap-tiap produk fermentasi di atas dibutuhkan kondisi fermentasi yang berbeda-beda dan jenis mikroba yang bervariasi juga karakteristiknya. Oleh karena itu, diperlukan keadaan lingkungan, substrat (media), serta perlakuan (*treatment*) yang sesuai sehingga produk yang dihasilkan optimal.

b) Teknologi Bioremediasi

Bioremediasi berasal dari dua kata yaitu “bio” dan “remediasi” yang dapat diartikan sebagai proses dalam menyelesaikan masalah. Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi polutan di lingkungan. Saat bioremediasi terjadi, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun dengan mengubah struktur kimia polutan. Peristiwa ini disebut biotransformasi. Pada banyak kasus, biotransformasi berujung pada biodegradasi, saat polutan beracun terdegradasi, strukturnya menjadi tidak kompleks, dan akhirnya menjadi metabolit yang tidak berbahaya dan tidak beracun. Bioremediasi dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu:

- 1) Biostimulasi Nutrien dan oksigen, dalam bentuk cair atau gas, ditambahkan ke dalam air atau tanah yang tercemar untuk memperkuat pertumbuhan dan aktivitas bakteri remediasi yang telah ada di dalam air atau tanah tersebut.
- 2) Bioaugmentasi Mikroorganisme yang dapat membantu membersihkan kontaminan tertentu ditambahkan ke dalam air atau tanah yang tercemar. Cara ini yang paling sering digunakan dalam menghilangkan kontaminasi di suatu tempat.
- 3) Bioremediasi Intrinsik Bioremediasi jenis ini terjadi secara alami di dalam air atau tanah yang tercemar.

c) Teknologi Kultur Jaringan

Menurut Narayanaswamy (1994), kultur jaringan merupakan teknik dengan menggunakan bagian kecil dari organ tanaman atau sekelompok tanaman yang ditumbuhkan dalam suatu sistem yang terisolasi pada medium dengan nutrisi tertentu baik medium padat seperti agar atau dipelihara dalam suspensi cair. Medium tersebut memiliki kondisi bebas jamur dan bakteri serta kondisi lingkungan yang terkontrol baik temperatur maupun cahaya untuk waktu yang tidak terbatas.

d) Teknologi Inseminasi Buatan

Inseminasi Buatan (IB) atau kawin suntik adalah suatu cara atau teknik untuk memasukkan mani (sperma atau semen) yang telah dicairkan dan telah diproses terlebih dahulu yang berasal dari ternak jantan ke dalam saluran alat kelamin betina dengan menggunakan metode dan alat khusus yang disebut insemination gun.

2. Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern telah menggunakan teknik rekayasa tingkat tinggi dan terarah sehingga hasilnya dapat dikendalikan dengan baik. Teknik yang sering digunakan adalah dengan melakukan manipulasi genetik pada suatu jasad hidup

secara terarah sehingga diperoleh hasil sesuai dengan yang diinginkan. Dalam prosesnya, bioteknologi modern dapat berlangsung hingga merubah susunan gen (mutasi gen) yang disebut dengan rekayasa genetika. Beberapa contoh produk bioteknologi modern diantaranya: insulin manusia, vaksin, antibodi monoklonal, dan hormon pertumbuhan. Teknologi-teknologi yang telah dikembangkan dalam bioteknologi modern, diantaranya yaitu:

a) Teknologi hybridoma

Fusi sel (teknologi hibridoma) adalah suatu cara untuk menyatukan dua sel dari jaringan-jaringan berbeda suatu organisme yang sama atau bahkan organisme yang berbeda, sehingga diperoleh satu sel tunggal (sel hibrid). Selanjutnya, sel hibrid dapat dikembangbiakkan, sehingga diperoleh bertriliun-triliun sel, yang masing-masing mengandung satu set gen komplet dari dua sel aslinya. Sebagai contoh, salah satu dari dua sel yang asli merupakan sel tubuh manusia. Sel tersebut khusus mensekresikan produk yang berguna seperti antibodi atau hormon. Hormon atau antibodi disekresikan tubuh dalam jumlah sangat sedikit, karena hasil produksi dikendalikan mekanisme pengaturan sel yang normal.

b) Teknologi Vaksin

Pembuatan vaksin biasanya memerlukan organisme hidup seperti toksin bakteri atau immune sera dalam jumlah besar. Pertumbuhan bakteri biasanya dilakukan pada media cair dalam bejana fermentor. Media ditetapkan secara kimia dan kondisi pembiakan diatur dengan tepat, seperti temperatur, pH, oksigen dan sebagainya. Untuk pembuatan vaksin virus, pertumbuhan dapat dilakukan dalam host atau biakan sel hidup. Vaksin smallpox dapat dibiakkan pada dermis anak sapi domba, kerbau atau yang lain. Vaksin influenza dan yellow fever dapat dibiakkan pada fertile hen's eggs. Beberapa virus dapat ditumbuhkan pada biakan sel. Biasanya sel disiapkan dari monkey kidney, chick embryo atau human diploid cells.

c) Teknologi Rekayasa Genetika

Pemuliaan tanaman secara tradisional dan rekayasa genetika, sebenarnya telah dilakukan oleh para petani melalui proses penyilangan dan perbaikan tanaman. Misalnya melalui tahap penyilangan dan seleksi tanaman, dengan tujuan tanaman tersebut menjadi lebih besar, kuat, dan lebih tahan terhadap penyakit. Selama puluhan bahkan ratusan tahun yang lalu, para petani dan para pemulia tanaman telah berhasil memuliakan tanaman padi, jagung, dan tebu, sehingga tanaman tersebut mempunyai daya hasil tinggi dan memiliki kualitas panen yang lebih baik. Prinsip rekayasa genetika sama dengan pemuliaan tanaman, yaitu memperbaiki sifat-sifat tanaman dengan menambahkan sifat-sifat ketahanan terhadap cekaman makhluk hidup pengganggu maupun

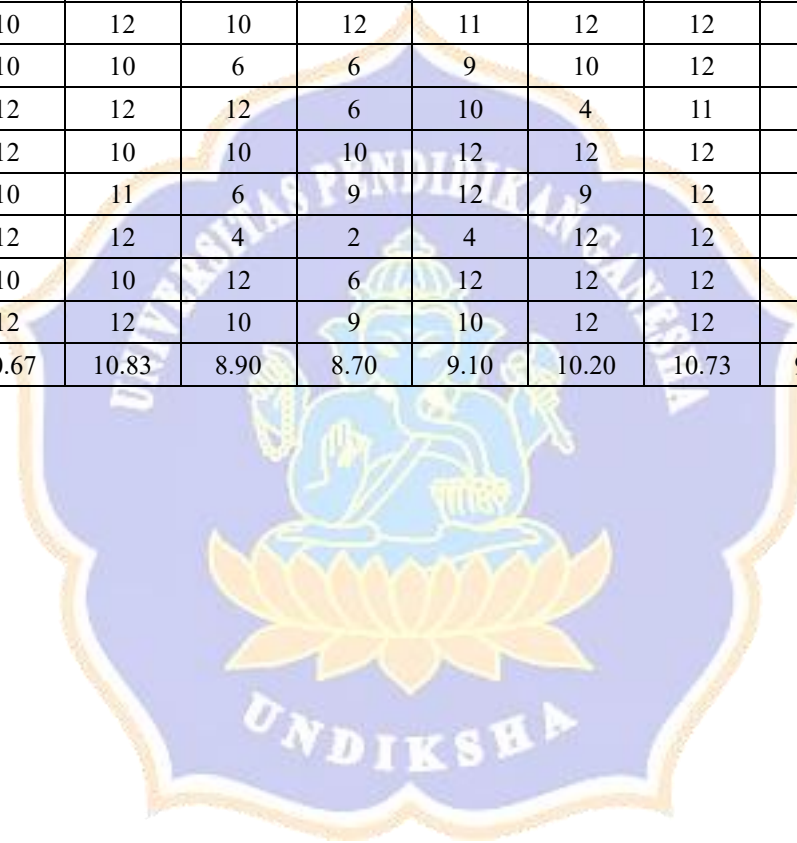
cekaman lingkungan yang kurang menguntungkan serta memperbaiki kualitas nutrisi makanan. Rekayasa genetika adalah kelanjutan dari pemuliaan secara tradisional. Dalam arti paling luas merupakan penerapan genetika untuk kepentingan manusia akan tetapi masyarakat ilmiah sekarang lebih bersepakat dengan batasan yang lebih sempit, yaitu penerapan teknik-teknik genetika molekuler untuk mengubah susunan genetik dalam kromosom atau mengubah sistem ekspresi genetik yang diarahkan pada kemanfaatan tertentu.



Lampiran 14. Data *Pretest* Kelas Kontrol

No.	Nama	Butir Soal										Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Dayu Komang Aprilia Pradewi	12	11	11	9	4	9	12	12	11	5	96	80
2	Desak Kadek Restiani	12	12	8	12	12	12	9	12	12	9	110	92
3	Gusti Ayu Asri Cipta Lestari	12	11	8	6	8	10	12	9	12	8	96	80
4	I Gede Nendra Sanjaya Putra	10	10	6	6	5	6	9	10	10	9	81	68
5	I Gusti Ngurah Wisnu Nata L.	11	10	10	11	10	12	10	10	12	10	106	88
6	I Kadek Indra Pratama	4	10	11	12	10	11	10	10	11	10	99	83
7	I Kadek Setiadarma	11	11	8	7	7	9	6	6	12	4	81	68
8	I Komang Putra Budiarta	10	9	10	6	6	10	6	5	12	3	77	64
9	I Luh Kesya	6	6	8	8	6	6	8	6	12	6	72	60
10	I Made Sri Atmaja	12	12	6	6	12	12	12	10	12	12	106	88
11	I Made Wira Adnyana	9	10	9	12	10	11	12	12	10	9	104	87
12	I Putu Eka Pandu Tanaya	12	11	6	6	12	12	12	11	12	10	104	87
13	Kadek Anggun Satyani	12	12	6	12	8	10	12	10	12	12	106	88
14	Kadek Satya Danurdana	10	10	10	10	11	11	10	12	11	8	103	86
15	Ni Kadek Dwik Putri Adnyani	10	10	12	11	11	12	12	5	12	10	105	88
16	Ni Kadek Juliari	12	12	12	12	9	10	10	12	12	10	111	93
17	Ni Kadek Lestari	12	10	10	9	7	9	8	10	12	9	96	80
18	Ni Ketut Marga Yanti	12	12	10	12	12	10	12	12	12	10	114	95
19	Ni Komang Intan Pratiwi	10	12	10	11	9	10	11	10	12	10	105	88
20	Ni Komang Sukatriani	12	12	9	10	8	10	10	11	12	9	103	86
21	Ni Luh Arista Dewi	11	12	9	10	12	11	12	12	12	12	113	94

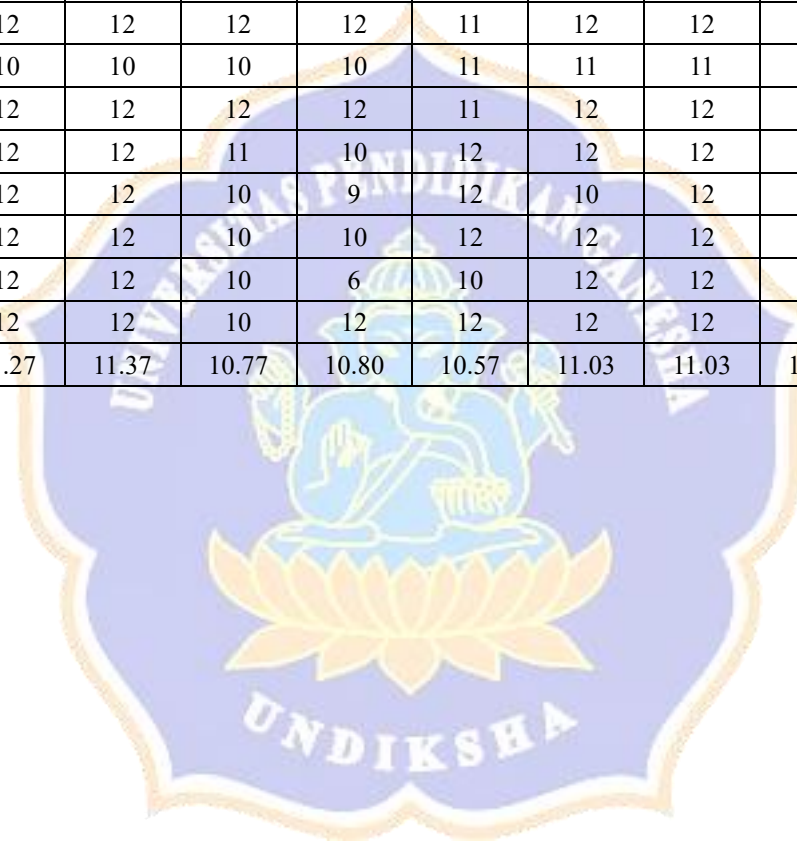
No.	Nama	Butir Soal										Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
22	Ni Luh Eka Sutiani	10	11	8	3	4	10	12	10	10	8	86	72
23	Ni Luh Putu Risca Dewi S.	10	12	10	12	11	12	12	10	12	10	111	93
24	Ni Luh Some Srinadi Ningsih	10	10	6	6	9	10	12	9	12	9	93	78
25	Ni Nyoman Okta Nilawati	12	12	12	6	10	4	11	10	10	6	93	78
26	Ni Putu Tika Agustini	12	10	10	10	12	12	12	12	12	10	112	93
27	Putu Agus Suryawan	10	11	6	9	12	9	12	9	10	9	97	81
28	Putu Ayu Juni Larasati	12	12	4	2	4	12	12	12	12	12	94	78
29	Putu Gita Murthi Ningsih	10	10	12	6	12	12	12	9	9	9	101	84
30	Putu Karmiasih	12	12	10	9	10	12	12	11	12	6	106	88
Rerata		10.67	10.83	8.90	8.70	9.10	10.20	10.73	9.97	11.47	8.80	99	83



Lampiran 15. Data *Posttest* Kelas Kontrol

No.	Nama	Butir Soal										Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Dayu Komang Aprilia Pradewi	12	12	10	11	6	12	8	9	12	9	101	84
2	Desak Kadek Restiani	12	12	12	12	12	12	12	12	9	12	117	98
3	Gusti Ayu Asri Cipta Lestari	12	11	10	7	9	10	12	10	12	8	101	84
4	I Gede Nendra Sanjaya Putra	10	11	12	12	6	11	11	12	12	0	97	81
5	I Gusti Ngurah Wisnu Nata L.	6	10	12	12	12	12	12	10	12	10	108	90
6	I Kadek Indra Pratama	10	11	10	12	12	12	12	12	12	9	112	93
7	I Kadek Setiadarma	11	12	10	8	10	10	7	6	12	5	91	76
8	I Komang Putra Budiarta	10	12	10	8	6	10	6	9	12	10	93	78
9	I Luh Kesya	12	10	10	8	6	6	9	8	12	9	90	75
10	I Made Sri Atmaja	12	12	12	12	12	10	7	12	12	12	113	94
11	I Made Wira Adnyana	12	10	10	12	12	12	11	11	12	9	111	93
12	I Putu Eka Pandu Tanaya	11	10	11	12	12	9	12	12	12	12	113	94
13	Kadek Anggun Satyani	10	10	12	12	11	12	12	10	12	8	109	91
14	Kadek Satya Danurdana	10	12	12	12	12	12	12	12	12	10	116	97
15	Ni Kadek Dwik Putri Adnyani	12	10	10	10	12	11	12	9	12	10	108	90
16	Ni Kadek Juliari	12	12	11	12	12	12	12	12	12	10	117	98
17	Ni Kadek Lestari	10	11	9	11	6	9	9	10	12	9	96	80
18	Ni Ketut Marga Yanti	12	12	11	12	12	11	12	12	12	12	118	98
19	Ni Komang Intan Pratiwi	12	11	12	12	11	10	12	9	12	9	110	92
20	Ni Komang Sukatriani	12	12	12	12	11	11	12	11	12	12	117	98
21	Ni Luh Arista Dewi	12	12	10	12	12	12	12	9	12	9	112	93

No.	Nama	Butir Soal										Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
22	Ni Luh Eka Sutiani	12	12	10	12	12	12	12	9	12	9	112	93
23	Ni Luh Putu Risca Dewi S.	12	12	12	12	11	12	12	11	12	12	118	98
24	Ni Luh Some Srinadi Ningsih	10	10	10	10	11	11	11	8	12	10	103	86
25	Ni Nyoman Okta Nilawati	12	12	12	12	11	12	12	12	12	9	116	97
26	Ni Putu Tika Agustini	12	12	11	10	12	12	12	11	12	12	116	97
27	Putu Agus Suryawan	12	12	10	9	12	10	12	6	10	10	103	86
28	Putu Ayu Juni Larasati	12	12	10	10	12	12	12	12	12	12	116	97
29	Putu Gita Murthi Ningsih	12	12	10	6	10	12	12	9	12	10	105	88
30	Putu Karmiasih	12	12	10	12	12	12	12	10	12	9	113	94
Rerata		11.27	11.37	10.77	10.80	10.57	11.03	11.03	10.17	11.83	9.57	108	90



Lampiran 16. Data *Pretest* Kelas Eksperimen

No.	Nama	Butir Soal										Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	G.N. Bhawana Madawa	11	11	10	10	7	9	11	7	10	10	96	80
2	I Dewa Ayu Bintang P.	10	10	9	11	11	11	10	12	12	10	106	88
3	I Wayan Pari Bagiarta	6	10	10	10	9	10	10	9	11	9	94	78
4	Kadek Surya Adnyana	10	10	9	8	9	10	9	9	10	10	94	78
5	Kadek Surya Wirawan P.	9	10	9	8	9	10	9	9	10	10	93	78
6	Ketut De Arta Mahendra P.	9	8	5	5	8	9	11	9	10	10	84	70
7	Ketut Elsa Matori	11	11	10	10	10	10	11	10	10	10	103	86
8	Ketut Redi Gunawan	10	10	10	8	10	9	10	9	10	10	96	80
9	Luh Anggun Erviani	12	12	9	11	11	11	12	12	11	11	112	93
10	Luh Luna Aryani	12	11	10	9	10	10	11	9	10	10	102	85
11	Luh Novi Pratiwi	11	11	11	12	12	10	12	10	12	11	112	93
12	Luh Pebriani	9	9	8	8	5	10	12	9	10	9	89	74
13	Luh Putu Angel Agustina P.	12	12	9	11	12	12	12	12	11	12	115	96
14	Ni Kadek Ayu Tirtayani	7	10	10	11	10	10	9	9	9	9	94	78
15	Ni Kadek Syantini	3	6	9	11	11	9	11	9	9	10	88	73
16	Ni Ketut Nanda Pratista D.	4	9	10	10	9	10	9	9	10	10	90	75
17	Ni Komang Ayu Maita	6	12	10	10	9	10	12	12	12	12	105	88
18	Ni Made Dona Anggita A.	11	12	10	9	10	11	9	12	10	8	102	85
19	Ni Nyoman Suci Arpini	9	10	8	11	10	12	12	9	12	9	102	85
20	Ni Putu Asti Pradewi	9	10	10	10	11	12	12	11	11	10	106	88
21	Ni Putu Chandra Lestari	12	10	10	12	12	12	12	10	12	9	111	93

No.	Nama	Butir Soal										Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
22	Ni Putu Dian Primantari	11	7	8	11	10	10	9	10	10	9	95	79
23	Ni Putu Sudiasih	11	9	10	11	10	11	10	10	11	9	102	85
24	Ni Wayan Fitri Cahyani	10	10	10	12	12	12	9	10	12	9	106	88
25	Ni Wayan Rani Capri Lina	10	12	11	10	7	8	6	9	12	8	93	78
26	Putu Aldi Gunawan	9	9	9	9	10	9	11	8	12	10	96	80
27	Putu Budi Karya Suastawan	9	9	10	9	9	9	8	8	10	9	90	75
28	Putu Rediasih	12	12	9	8	3	10	9	10	11	10	94	78
29	Putu Rianti Wulan Dewi	12	12	9	11	11	11	12	9	11	11	109	91
Rerata		9.55	10.14	9.38	9.86	9.55	10.24	10.34	9.69	10.72	9.79	99	83



Lampiran 17. Data *Posttest* Kelas Eksperimen

No.	Nama	Butir Soal										Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	G.N. Bhawana Madawa	10	12	10	12	12	11	12	12	12	12	115	96
2	I Dewa Ayu Bintang P.	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	118	98
3	I Wayan Pari Bagiarta	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	120	100
4	Kadek Surya Adnyana	10	10	10	12	12	12	12	12	12	8	110	92
5	Kadek Surya Wirawan P.	12	11	11	12	9	12	11	12	11	10	111	93
6	Ketut De Arta Mahendra P.	12	12	3	6	10	8	5	11	12	12	91	76
7	Ketut Elsa Matori	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	119	99
8	Ketut Redi Gunawan	12	12	11	12	12	11	12	12	12	10	116	97
9	Luh Anggun Erviani	10	12	10	12	12	11	12	12	12	10	113	94
10	Luh Luna Aryani	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	120	100
11	Luh Novi Pratiwi	12	12	12	12	12	10	12	12	12	12	118	98
12	Luh Pebriani	11	10	10	12	8	12	12	12	12	12	111	93
13	Luh Putu Angel Agustina P.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	118	98
14	Ni Kadek Ayu Tirtayani	12	12	11	12	12	11	12	12	12	12	118	98
15	Ni Kadek Syantini	12	9	11	12	12	12	12	11	11	11	113	94
16	Ni Ketut Nanda Pratista D.	12	12	11	12	12	12	12	11	12	10	116	97
17	Ni Komang Ayu Maita	12	12	10	12	12	10	12	12	12	12	116	97
18	Ni Made Dona Anggita A.	12	12	11	12	12	10	12	9	10	6	106	88
19	Ni Nyoman Suci Arpini	11	12	10	11	12	12	12	10	12	12	114	95
20	Ni Putu Asti Pradewi	12	12	10	12	11	10	12	12	12	11	114	95
21	Ni Putu Chandra Lestari	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	118	98

No.	Nama	Butir Soal										Skor	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
22	Ni Putu Dian Primantari	12	12	11	12	12	11	12	12	12	10	116	97
23	Ni Putu Sudiasih	12	12	11	12	12	11	12	12	12	11	117	98
24	Ni Wayan Fitri Cahyani	10	12	12	12	12	12	11	11	12	12	116	97
25	Ni Wayan Rani Capri Lina	12	12	10	12	12	12	12	11	12	11	116	97
26	Putu Aldi Gunawan	12	12	11	9	12	11	12	12	12	12	115	96
27	Putu Budi Karya Suastawan	12	12	10	9	6	10	12	10	12	12	105	88
28	Putu Rediasih	12	12	5	8	12	10	12	11	12	11	105	88
29	Putu Rianti Wulan Dewi	12	10	12	12	10	12	12	12	12	12	116	97
Rerata		11.66	11.66	10.38	11.41	11.38	11.21	11.66	11.55	11.86	11.07	114	95



Lampiran 18. Data *N-Gain* Setiap Indikator Kemampuan Bernalar Kritis Kelas Kontrol

Nomor Soal	Indikator Bernalar Kritis	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Posttest-Pretest</i>	Skor Maksimal- <i>Pretest</i>	<i>N-Gain</i>	Kategori
1	Menyusun pertanyaan yang jelas dan relevan	10,67	11,20	0,53	1,33	0,40	Sedang
2	Mengajukan pertanyaan yang berorientasi pemecahan masalah	10,83	11,37	0,54	1,17	0,46	Sedang
3	Mengidentifikasi informasi dan gagasan	8,90	10,63	1,73	3,10	0,56	Sedang
4	Mengklarifikasikan informasi	8,70	10,80	2,10	3,30	0,64	Sedang
5	Mengolah informasi	9,10	10,57	1,47	2,90	0,51	Sedang
6	Menganalisis penalaran	10,20	11,03	0,83	1,80	0,46	Sedang
7	Mengevaluasi kebenaran argumen	10,73	11,03	0,30	1,27	0,24	Rendah
8	Menilai konsistensi prosedur	9,97	10,17	0,20	2,03	0,10	Rendah
9	Merefleksi pemikirannya sendiri	11,47	11,83	0,36	0,53	0,68	Sedang
10	Mengevaluasi pemikirannya sendiri	8,80	9,43	0,63	3,20	0,20	Rendah
Rerata						0,43	Sedang

Lampiran 19. Data *N-Gain* Setiap Indikator Kemampuan Bernalar Kritis Kelas Eksperimen

Nomor Soal	Indikator Bernalar Kritis	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Posttest-Pretest</i>	Skor Maksimal- <i>Pretest</i>	<i>N-Gain</i>	Kategori
1	Menyusun pertanyaan yang jelas dan relevan	9,55	11,66	2,11	2,45	0,86	Tinggi
2	Mengajukan pertanyaan yang berorientasi pemecahan masalah	10,14	11,66	1,52	1,86	0,82	Tinggi
3	Mengidentifikasi informasi dan gagasan	9,38	10,38	1,00	2,62	0,38	Rendah
4	Mengklarifikasikan informasi	9,86	11,41	1,55	2,14	0,72	Tinggi
5	Mengolah informasi	9,55	11,38	1,83	2,45	0,75	Tinggi
6	Menganalisis penalaran	10,24	11,21	0,97	1,76	0,55	Sedang
7	Mengevaluasi kebenaran argumen	10,34	11,66	1,32	1,66	0,80	Tinggi
8	Menilai konsistensi prosedur	9,69	11,55	1,86	2,31	0,81	Tinggi
9	Merefleksi pemikirannya sendiri	10,72	11,86	1,14	1,28	0,89	Tinggi
10	Mengevaluasi pemikirannya sendiri	9,79	11,07	1,28	2,21	0,58	Sedang
Rerata						0,71	Tinggi

Lampiran 20. *Output Uji Normalitas Residual*

Tests of Normality							
		<i>Kolmogorov-Smirnov^a</i>			<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Kelas	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
<i>Residual for Posttest</i>	Kontrol (PjBL)	.095	30	.200*	.974	30	.646
	Eksperimen (API)	.112	29	.200*	.961	29	.346
*. This is a lower bound of the true significance. a. Lilliefors Significance Correction							



Lampiran 21. Output Uji Homogenitas Varians

Levene's Test of Equality of Error Variances^a			
<i>Dependent Variable: Posttest</i>			
F	df1	df2	Sig.
.083	1	57	.774
<i>Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.</i>			
<i>a. Design: Intercept + Kelas + Pretest + Kelas * Pretest</i>			



Lampiran 22. Output Uji Linieritas

ANOVA Table					
	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Posttest * Pretest Between Groups (Combined)</i>	1727.481	23	75.108	3.725	.000
<i>Linearity</i>	974.436	1	974.436	48.326	.000
<i>Deviation from Linearity</i>	753.045	22	34.229	1.698	.079
<i>Within Groups</i>	705.739	35	20.164		
<i>Total</i>	2433.220	58			



Lampiran 23. Output Uji Homogenitas Regresi

<i>Tests of Between-Subjects Effects</i>						
<i>Dependent Variable: Posttest</i>						
<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>Partial Eta Squared</i>
<i>Corrected Model</i>	1352.924 ^a	3	450.975	22.960	.000	.556
<i>Intercept</i>	1402.397	1	1402.397	71.399	.000	.565
<i>Kelas</i>	85.875	1	85.875	4.372	.041	.074
<i>Pretest</i>	778.271	1	778.271	39.623	.000	.419
<i>Kelas * Pretest</i>	58.673	1	58.673	2.987	.090	.052
<i>Error</i>	1080.297	55	19.642			
<i>Total</i>	509011.000	59				
<i>Corrected Total</i>	2433.220	58				
a. <i>R Squared</i> = .556 (<i>Adjusted R Squared</i> = .532)						

Lampiran 24. Output Uji Hipotesis

<i>Tests of Between-Subjects Effects</i>						
<i>Dependent Variable: Posttest</i>						
<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>Partial Eta Squared</i>
<i>Corrected Model</i>	1352.924 ^a	3	450.975	22.960	.000	.556
<i>Intercept</i>	1402.397	1	1402.397	71.399	.000	.565
<i>Kelas</i>	85.875	1	85.875	4.372	.041	.074
<i>Pretest</i>	778.271	1	778.271	39.623	.000	.419
<i>Kelas * Pretest</i>	58.673	1	58.673	2.987	.090	.052
<i>Error</i>	1080.297	55	19.642			
<i>Total</i>	509011.000	59				
<i>Corrected Total</i>	2433.220	58				
a. <i>R Squared</i> = .556 (<i>Adjusted R Squared</i> = .532)						

Lampiran 25. Output Uji Besaran Pengaruh (Effect Size)

<i>Tests of Between-Subjects Effects</i>						
<i>Dependent Variable: Posttest</i>						
<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>Partial Eta Squared</i>
<i>Corrected Model</i>	1352.924 ^a	3	450.975	22.960	.000	.556
<i>Intercept</i>	1402.397	1	1402.397	71.399	.000	.565
<i>Kelas</i>	85.875	1	85.875	4.372	.041	.074
<i>Pretest</i>	778.271	1	778.271	39.623	.000	.419
<i>Kelas * Pretest</i>	58.673	1	58.673	2.987	.090	.052
<i>Error</i>	1080.297	55	19.642			
<i>Total</i>	509011.000	59				
<i>Corrected Total</i>	2433.220	58				
a. <i>R Squared</i> = .556 (<i>Adjusted R Squared</i> = .532)						

Lampiran 26. Dokumentasi Penelitian



Dokumentasi 1. Uji Validitas Butir



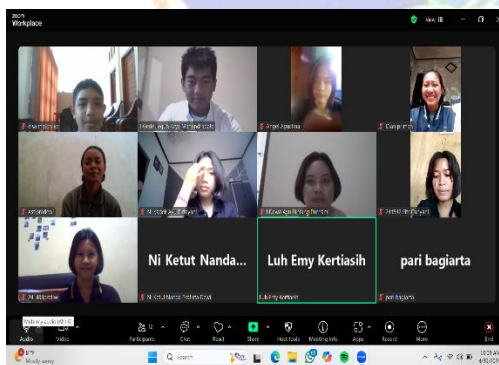
Dokumentasi 2. Uji Validitas Butir



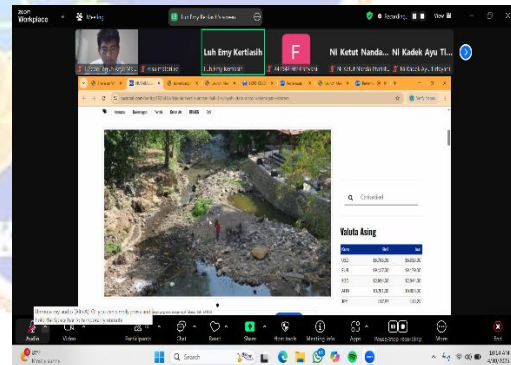
Dokumentasi 3. *Pretest* Kelas Eksperimen



Dokumentasi 4. *Pretest* Kelas Kontrol



Dokumentasi 5. Pembelajaran Kelas Eksperimen



Dokumentasi 6. Pembelajaran Kelas Eksperimen



Dokumentasi 7. Pembelajaran Kelas Eksperimen



Dokumentasi 8. Pembelajaran Kelas Eksperimen



Dokumentasi 9. Pembelajaran Kelas Eksperimen



Dokumentasi 10. Pembelajaran Kelas Eksperimen



Dokumentasi 11. Pembelajaran Kelas Eksperimen



Dokumentasi 12. Pembelajaran Kelas Eksperimen



Dokumentasi 13. Pembelajaran Kelas Kontrol



Dokumentasi 14. Pembelajaran Kelas Kontrol



Dokumentasi 15. Pembelajaran Kelas Kontrol



Dokumentasi 16. Pembelajaran Kelas Kontrol



Dokumentasi 17. *Posttest* Kelas Eksperimen



Dokumentasi 18. *Posttest* Kelas Kontrol

RIWAYAT HIDUP



I Gede Teguh Arya Mahendra Data lahir di Seririt pada tanggal 21 Maret 2003. Penulis merupakan putra dari pasangan Almarhum Bapak I Ketut Karunia dan Ibu Ni Putu Astiti. Penulis berkewarganegaraan Indonesia dan menganut agama Hindu. Saat ini, penulis berdomisili di Desa Rangdu, Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Rangdu dan lulus pada tahun 2015. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 1 Seririt dan lulus pada tahun 2018. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMA Negeri Bali Mandara, dan diselesaikan pada tahun 2021. Setelah menyelesaikan pendidikan menengah, penulis melanjutkan studi di Program Studi S1 Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Ganesha. Pada tahun 2025, penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi yang berjudul “Pengaruh Strategi Pembelajaran *Authentic Problem Inquiry* Terhadap Kemampuan Bernalar Kritis pada Materi Perubahan Lingkungan di Kelas X SMAN Bali Mandara”.