

Lampiran 1 Surat Izin Penelitian

UNIVERSITAS PGRI MADIUN
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Jalan Setiabudi No. 85 Madiun 63118, Telepon (0351) 462986, Fax. (0351) 459400

Website: www.unipma.ac.id Email: rektorat@unipma.ac.id

Website Fakultas: fkip.unipma.ac.id Email: fkip@unipma.ac.id

Nomor : 0208.d/N/FKIP/UNIPMA/2024
 Lampiran : -
 Hal : Permohonan Izin Penelitian

Madiun, 01 April 2024

Kepada Yth. Kepala SMA Negeri 1 Jiwan
 di Tempat

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas PGRI Madiun dengan ini mengajukan permohonan kepada Bapak/Ibu untuk memberikan izin kepada mahasiswa/i:

Nama : Mega Agustin Fajarwati
 NIM : 2002111019
 Program Studi : Pendidikan Biologi
 Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

dalam melakukan penelitian di sekolah/instansi yang Bapak/Ibu pimpin dengan judul:

Implementasi Model Pembelajaran Steam Terintegasi *Wordwall* untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kritis dan Literasi Digital Pada Materi Perubahan Lingkungan.

Demikian, atas perhatian dan kerja sama Bapak/ Ibu kami mengucapkan terima kasih.



Dekan,

Dr. Sardulo Gembong, M.Pd.
 NIP. 19650922 199303 1 001

Lampiran 2 Surat Balasan Penelitian



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1 JIWAN**

Jl.Dandang Gendis Desa Teguhan Telp. (0351) 458294
Website : www.smanjiwan.sch.id | Email : sman1jiwan_mdn@yahoo.com
MADIUN Kode Pos : 63161

Nomor : 420/ 64. b/101.6.16.16/2024 Madiun, 2 April 2024
Lampiran : - Kepada Yth. Dekan Fakultas Keguruan
Perihal : Balasan Permohonan Izin Penelitian dan Ilmu Pendidikan
Universitas PGRI Madiun

Dengan hormat,

Sehubungan dengan surat saudara dengan nomor 0208.d/N/FKIP/UNIPMA/2024 tanggal 01 April 2024 perihal perizinan tempat penelitian dalam rangka penyusunan skripsi mahasiswa atas

Nama : Mega Agustin Fajarwati
NIM : 2002111019
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dengan judul Implementasi Model Pembelajaran Steam Terintegrasi *Wordwall* untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kritis dan Literasi Digital Pada Materi Perubahan Lingkungan.

Perlu kami sampaikan beberapa hal sebagai berikut ;

1. Pada prinsipnya kami tidak keberatan dan dapat mengizinkan pelaksanaan penelitian tersebut ditempat kami.
 2. Izin melakukan penelitian diberikan semata – mata untuk keperluan akademik
- Demikian surat balasan ini, untuk dipergunakan sebagaimana mestiya.

Kepada SMA Negeri 1 Jiwani

 STI KHOTIDJAH, S.Pd.
 NIP. 19710707 200604 2 040

Lampiran 3 Cek Turnitin

skripsi 8			
ORIGINALITY REPORT			
27%	26%	12%	9%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS
PRIMARY SOURCES			
1	pub.mykreatif.com Internet Source		2%
2	repository.radenintan.ac.id Internet Source		1%
3	ojs.unm.ac.id Internet Source		1%
4	Submitted to Universitas Muria Kudus Student Paper		1%
5	e-journal.unipma.ac.id Internet Source		1%
6	repository.umsu.ac.id Internet Source		1%
7	docplayer.info Internet Source		1%
8	Submitted to Universitas Negeri Semarang Student Paper		1%
9	jurnal.unimed.ac.id Internet Source		1%

Lampiran 4 Validasi Daftar Pustaka

VALIDASI SUMBER PUSTAKA SKRIPSI

Nama : Mega Agustin Fajarwati

NIM : 2002111019

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Keguruan Dan Ilmu Pendidikan

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Wachidatul Linda Yuhanna, M.Si

Dosen Pembimbing 2 : Joko Widiyanto, S.Pd., M.Pd

Judul : Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEAM
Terintegrasi *Wordwall* Untuk Meningkatkan Prestasi
Belajar Dan Literasi Digital Pada Materi Perubahan
Lingkungan

Sumber Pustaka	Halaman		Hasil Validasi	
	Pustaka	Skripsi	Sesuai	Tidak Sesuai
Eka Yuliana, F., & Restian, A. (2023). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis melalui Penerapan Model Problem Based Learning pada Kurikulum Merdeka Sekolah Dasar. <i>Scholastica Journal Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar Dan Pendidikan Dasar (Kajian Teori Dan Hasil Penelitian)</i> , 6(1), 22–33. https://doi.org/10.31851/sj.v6i1.11225	22	1	√	
Abdur Rahman M Ilyas, A. A., Supriatna, A., Suwandana, C., Suryani, I., Kustati, K., Caridin, C., Kartika AF, I., & Mulyanto, A. (2023). Pendampingan Pendidik dalam Mengimplementasikan Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) Tema Suara Demokrasi. <i>Jurnal Pengabdian Masyarakat (ABDIRA)</i> , 3(1), 120–128. https://doi.org/10.31004/abdira.v3i1.278	121	1	√	
Jannah, M. M., & Rasyid, H. (2023). Kurikulum Merdeka: Persepsi Guru Pendidikan Anak Usia Dini. <i>Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini</i> , 7(1), 197–210. https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i1.3800	198	1	√	

Sumber Pustaka	Halaman		Hasil Validasi	
	Pustaka	Skripsi	Sesuai	Tidak Sesuai
Jannah, M. M., & Rasyid, H. (2023). Kurikulum Merdeka: Persepsi Guru Pendidikan Anak Usia Dini. <i>Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini</i> , 7(1), 197–210. https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i1.3800	198	2	√	
Jannah, M. M., & Rasyid, H. (2023). Kurikulum Merdeka: Persepsi Guru Pendidikan Anak Usia Dini. <i>Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini</i> , 7(1), 197–210. https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i1.3800	198/2	2-3	√	
			√	
		2	√	
Puspita, V., & Dewi, I. P. (2021). <i>Efektifitas E-LKPD berbasis Pendekatan Investigasi terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Sekolah Dasar</i> . 05(01), 86–96.	87	2	√	
Karim, K., & Normaya, N. (2015). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran dalam Pembelajaran Matematika dengan Menggunakan Model Jucama di Sekolah Menengah Pertama. <i>EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika</i> , 3(1). https://doi.org/10.20527/edumat.v3i1.634	92/93	2	√	
Harjono, H. S. (2019). Literasi Digital: Prospek dan Implikasinya dalam Pembelajaran Bahasa. <i>Pena : Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra</i> , 8(1), 1–7. https://doi.org/10.22437/pena.v8i1.6706	3	3	√	
Arif Musthofa, M., & Ali, H. (2021). Faktor Yang Mempengaruhi Berpikir Kritis Dalam Pendidikan Islam Di Indonesia: Kesisteman, Tradisi, Budaya. <i>Jurnal Ilmu Manajemen Terapan</i> , 3(1), 1–19. https://doi.org/10.31933/jimt.v3i1.666	4	6	√	
Syabaruddin, A., & Imamudin, I. (2022). Implementasi Literasi Digital Di Kalangan Mahasiswa. <i>Jurnal Eduscience</i> , 9(3), 942–950. https://doi.org/10.36987/jes.v9i3.3447	94	6-7	√	
Veronika, R., Ginting, B., Arindani, D., Mega, C., Lubis, W., & Shella, A. P. (2022). Literasi digital sebagai wujud pemberdayaan masyarakat di era globalisasi. <i>Jurnal Pasopati</i> , 3(2), 118–122. https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/pasopati/article/view/10869	118	7		

Sumber Pustaka	Halaman		Hasil Validasi	
	Pustaka	Skripsi	Sesuai	Tidak Sesuai
Aurelia Tari Fortuna, & Yanda Bara Kusuma. (2023). Pengembangan Metode Steam Sebagai Upaya Peningkatan Kemampuan Anak Usia 5-15 Tahun Di Tangerang Selatan. <i>Cakrawala: Jurnal Pengabdian Masyarakat Global</i> , 2(3), 93–99. https://doi.org/10.30640/cakrawala.v2i3.1346	95-94	7	√	
Anizal, D. R., & Hartati, S. (2022). Penerapan Pembelajaran Berbasis STEAM (Science, Technology , Engineering , Art & Math) di Taman Kanak-Kanak Hang Buah Padang. <i>Jurnal Ilmiah Pesona PAUD</i> , 9(1), 33–45. http://ejournal.unp.ac.id/index.php/paud/index	35/3	7	√	
Priscillia, Z. E., & Mufidah, E. (2023). Penerapan kuis online wordwall terhadap hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran IPA kelas III madrasah ibtidaiyah. <i>IBTIDA: Media Komunikasi Hasil Penelitian Pendidikan Guru Madrasah Itidaiyah</i> , 4(1), 61–69.	62	8	√	
Wahyudi, D., Kurnia Rahmawati, D., Mardiani Zain, I., & Jabir. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Times Games Tournament (Tgt) Berbantuan Media Pembelajaran Wordwall Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. <i>Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar</i> , 9(2), 3541–3556.	3544	8	√	
Wahyuningsih, S., Pudyaningtyas, A. R., Nurjanah, N. E., Dewi, N. K., Hafidah, R., Syamsuddin, M. M., & Sholeha, V. (2020). the Utilization of Loose Parts Media in Steam Learning for Early Childhood. <i>Early Childhood Education and Development Journal</i> , 2(2), 1. https://doi.org/10.20961/ecedj.v2i2.46326	2	9	√	
Anizal, D. R., & Hartati, S. (2022). Penerapan Pembelajaran Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Art & Math) di Taman Kanak-Kanak Hang Buah Padang. <i>Jurnal Ilmiah Pesona PAUD</i> , 9(1), 33–45. http://ejournal.unp.ac.id/index.php/paud/index	35		√	
Arsy, I., & Syamsulrizal, S. (2021). Pengaruh Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Arts, And Mathematics) Terhadap Kreativitas Peserta Didik. <i>Biolearning Journal</i> , 8(1), 24–26. https://doi.org/10.36232/jurnalbiolearning.v8i1.1019	24	9	√	
Susilo, A. T., Purwaningrum, R., Surur, N., Asrowi, A., Kholili, M. I., Suryawati, C. T., & Dewantoro, A. (2023). Peningkatan Kompetensi Guru BK Melalui Pengintegrasian STEAM Berbasis Neurosains.	61	9	√	

Sumber Pustaka	Halaman		Hasil Validasi	
	Pustaka	Skripsi	Sesuai	Tidak Sesuai
<i>DEDIKASI: Community Service Reports</i> , 5(2), 112–121. https://doi.org/10.20961/dedikasi.v5i2.66788				
Fadhilah, A. N. (2022). Pembelajaran Biologi Berbasis STEAM di Era Society 5.0. <i>Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIBA 2022</i> , 182–190.	184	10	√	
Mu'minah, I. H., & Suryaningsih, Y.-. (2020). Implementasi Steam (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Dalam Pembelajaran Abad 21. <i>BIO EDUCATIO: (The Journal of Science and Biology Education)</i> , 5(1), 65–73. https://doi.org/10.31949/be.v5i1.2105	67-68	10	√	
Makkasau, A., Faisal, M., & Renden, A. (2023). Penerapan Pendekatan STEAM Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran IPA Kelas V UPT SPF SDN Lariang Bangi I Kecamatan Makassar. 1–10. http://eprints.unm.ac.id/33930/%0Ahttp://eprints.unm.ac.id/33930/1/ARTIKEL_ALMA_RENDEN.pdf	3	10	√	
Anisa, F. F. (2022). Pemberdayaan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Kreatif Melalui Integrasi Pendekatan Steam Dengan Model Pembelajaran PjBL http://repository.radenintan.ac.id/21802/%0Ahttp://repository.radenintan.ac.id/21802/1/PERPUSPUSAT_BAB_1_DAN_2.pdf	50	12	√	
Nisyak, I. K. (2022). Duplikasi Alat Musik Tradisional Jawa Tengah Dalam Pembelajaran STEAM Topik Getaran, Gelombang, Dan Bunyi Untuk Melatih Keterampilan Berpikir kreatif Siswa 8–35. http://repository.iainkudus.ac.id/id/eprint/9813%0Ahttp://repository.iainkudus.ac.id/9813/7/7. BAB IV.pdf	12	12-13	√	
Halim, A. P., & Roshayanti, F. (2021). Analisis Potensi Penerapan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) pada Kurikulum 2013 Bidang Studi Biologi SMA Kelas X. <i>Bioeduca : Journal of Biology Education</i> , 3(2), 146–159. https://doi.org/10.21580/bioeduca.v3i2.6756	148	13	√	
Halim, A. P., & Roshayanti, F. (2021). Analisis Potensi Penerapan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) pada Kurikulum 2013 Bidang Studi Biologi SMA Kelas X. <i>Bioeduca : Journal of Biology Education</i> , 3(2), 146–159. https://doi.org/10.21580/bioeduca.v3i2.6756	149	13	√	

Sumber Pustaka	Halaman		Hasil Validasi	
	Pustaka	Skripsi	Sesuai	Tidak Sesuai
Sadikin, A., & Hakim, N. (2019). Pengembangan Media E-Learning Interaktif Dalam Menyongsong Revolusi Industri 4.0 Pada Materi Ekosistem Untuk Siswa SMA. <i>Biodik</i> , 5(2), 131–138. https://doi.org/10.22437/bio.v5i2.7590	132	13	√	
Harsanti, D. W., & Lathifah, R. M. (2023). Pengaruh Penerapan Media Wordwall Terhadap Keaktifan Belajar Peserta Didik Pada Pembelajaran. <i>Seminar Nasional PBI FKIP UNS 2023</i> , 125–132.			√	
Dariyo, A. (2004). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Berba. <i>Jurnal Psikologi</i> , 2(2), 94–100. http://download.portalgaruda.org/article.php?article=62924&val=4564	1654	14	√	
Arimbawa, I. G. P. A. (2021). Penerapan Wordwall Game Quis berpadukan Classroom untuk Meningkatkan Motivasi dan Prestasi Belajar Biologi. <i>Indonesian Journal of Educational Development</i> , 2(2), 324–332. https://doi.org/10.5281/zenodo.5244716	326	14	√	
Arimbawa, I. G. P. A. (2021). Penerapan Wordwall Game Quis berpadukan Classroom untuk Meningkatkan Motivasi dan Prestasi Belajar Biologi. <i>Indonesian Journal of Educational Development</i> , 2(2), 324–332. https://doi.org/10.5281/zenodo.5244716	326	14	√	
Dinah, A. J. (2016). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Wordwall Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Sdn Gekbrong 1 Kabupaten Cianjur (Penelitian Kuasi Eksperimen di Kelas V SD Negeri Gekbrong 1 Kabupaten Cianjur Pembelajaran Tematik Tahun Ajaran 2022/2023). <i>Doctoral Dissertation, FKIP UNPAS, 2018</i> , 1–23.	19	15	√	
Dinah, A. J. (2016). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Wordwall Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Sdn Gekbrong 1 Kabupaten Cianjur (Penelitian Kuasi Eksperimen di Kelas V SD Negeri Gekbrong 1 Kabupaten Cianjur Pembelajaran Tematik Tahun Ajaran 2022/2023). <i>Doctoral Dissertation, FKIP UNPAS, 2018</i> , 1–23.	20-21	15	√	
Hasibuan, A. S., Nelwati, S., & Mardison, S. (2020). Haubungan Kesiapan dengan Prestasi Belajar Peserta Didik. <i>Jurnal Al-Taujih : Bingkai Bimbingan Dan Konseling Islami</i> , 6(1), 37–43. https://ejournal.uinib.ac.id/jurnal/index.php/attaujih/article/view/1751	39	17	√	

Sumber Pustaka	Halaman		Hasil Validasi	
	Pustaka	Skripsi	Sesuai	Tidak Sesuai
Ratnasari, D., Ponoharjo., & Utami, W. B. (2020). Penerapan aplikasi whatsapp terhadap minat dan prestasi peserta didik. <i>Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika</i> , 6(2), 129–138.	133	17	√	
Anggreni, N. L. O. (2019). Prestasi Belajar Bahasa Indonesia Siswa Sekolah Dasar Dapat Ditingkatkan Melalui Optimalisasi Penerapan Metode Diskusi Kelompok Kecil (Small Group Discussion). <i>Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran</i> , 3, 201--208.	202	17	√	
Herdiyanto, R. (2019). Hubungan Minat Belajar dengan Prestasi Belajar Siswa Mata Pelajaran IPS SD Negeri 2 Badransari Tahun Ajaran 2019/2020. <i>Institut Agama Islam Negeri (IAIN)</i> , 1–70. https://repository.metrouniv.ac.id/id/eprint/923/1/RAHMAD_HERDIYANTO_NPM.1501050128 - Perpustakaan IAIN Metro.pdf	17	17	√	
Slamet, R & Joko, W. (2012). Meningkatkan Prestasi Belajar Ilmu Pengetahuan Alam Melalui Metode Eksperimen Pada Kelas Viii B Smp Negeri 2 Jatipurno Tahun Pelajaran 2010/2011 (Upaya Pembelajaran Aktif, Inovatif, Kreatif, Efektif, Menyenangkan). <i>Jurnal Edukasi Matematika dan Sains</i> , Vol. 1 No.1	48	17		
Warjono. (2010). Hubungan antara Penggunaan Media Pembelajaran dan Motivasi Belajar Siswa dengan Prestasi Belajar. <i>Angewandte Chemie International Edition</i> , 6(11), 951–952., 01(November), 1–23. http://www.nber.org/papers/w16019	15	18		
Syabaruddin, A., & Imamudin, I. (2022). Implementasi Literasi Digital Di Kalangan Mahasiswa. <i>Jurnal Eduscience</i> , 9(3), 942–950. https://doi.org/10.36987/jes.v9i3.3447	943	19		
Syabaruddin, A., & Imamudin, I. (2022). Implementasi Literasi Digital Di Kalangan Mahasiswa. <i>Jurnal Eduscience</i> , 9(3), 942–950. https://doi.org/10.36987/jes.v9i3.3447	943	19-20	√	
Nasionalita, K., & Nugroho, C. (2020). Indeks Literasi Digital Generasi Milenial di Kabupaten Bandung. <i>Jurnal Ilmu Komunikasi</i> , 18(1), 32. https://doi.org/10.31315/jik.v18i1.3075	39	20-21	√	

Sumber Pustaka	Halaman		Hasil Validasi	
	Pustaka	Skripsi	Sesuai	Tidak Sesuai
Fase, K., Rahmahdini, R., & Pd, S. (2022). <i>Perubahan Lingkungan Disusun oleh: Nama Mata Pelajaran Semester: Biologi : X/E. 2</i> , 1–8.	2	23	√	
Burhan Eko, P. (2005). <i>Penyusunan Laporan Penelitian Tindakan Kelas (Ptk)</i> . 221105051615.	30	30	√	
Burhan Eko, P. (2005). <i>Penyusunan Laporan Penelitian Tindakan Kelas (Ptk)</i> . 221105051615.	31	31	√	
Zubaidah, S. (2019). STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics): Pembelajaran untuk memberdayakan keterampilan abad ke-21 [STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Learning to Empower 21st Century Skills]. <i>Seminar Nasional Matematika Dan Sains, September</i> , 1–18.	11	55	√	
Fakhira Ainun Nisa. (2022). <i>Analisis Literasi Digital Siswa Pada Pembelajaran Kimia Berbasis Steam Project</i> .	47	59	√	
Fakhira Ainun Nisa. (2022). <i>Analisis Literasi Digital Siswa Pada Pembelajaran Kimia Berbasis Steam Project</i> .	48	59	√	
Fakhira Ainun Nisa. (2022). <i>Analisis Literasi Digital Siswa Pada Pembelajaran Kimia Berbasis Steam Project</i> .	48	59-60	√	
Fakhira Ainun Nisa. (2022). <i>Analisis Literasi Digital Siswa Pada Pembelajaran Kimia Berbasis Steam Project</i> .	50	60	✓	

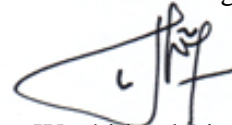
Catatan dosen pembimbing:

Layak/Tidak Layak untuk diuji (coret yang tidak perlu)

Madiun, 29 Juni 2024

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I



Dr. Wachidatul Linda Yuhanna, M.Si

NIDN. 0616067505

Lampiran 5 Form Wawancara

NO	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apakah pembelajaran di SMA Negeri 1 Jiwan sudah pernah menggunakan pendekatan STEAM?	Belum pernah, pendekatan yang digunakan biasanya metode pendekatan yang digunakan adalah <i>teacher centered</i> .
2.	Pernahkan menggunakan <i>wordwall</i> sebagai media evaluasi pembelajaran?	Belum pernah, karena keterbatasan dalam fasilitas yang berkaitan dengan internet.
3.	Bagaimana tingkat keterampilan berpikir kritis siswa?	Sebagian siswa masih belum mampu memiliki keterampilan berpikir kritis, hal dibuktikan dengan rendahnya nilai siswa pada pelajaran biologi.
4.	Bagaimana tingkat keterampilan literasi digital siswa?	Siswa belum sepenuhnya memiliki keterampilan literasi digital. Semua siswa memiliki <i>smartphone</i> tapi tidak semua mampu memiliki keterampilan literasi digital.

Lampiran 6 Modul Ajar

IDENTITAS MODUL	
Nama Penyusun	Mega Agustin Fajarwati
Kode Modul	BIOLOGIE.X.
Nama Sekolah	SMA Negeri 1 Jiwan
Tahun	2024
Kelas/ Fase	X/ E
Semester	Genap
Materi Topik	Perubahan Lingkungan
Alokasi Waktu	2JP/ 2×45 menit
Tahun Pelajaran	2023/2024
Peminatan/Program	Program/ IPA
Pertemuan ke-	1 dan 2
Target Pembelajaran	26 Siswa
Pendekatan Pembelajaran	STEAM (<i>Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic</i>)
Model Pembelajaran	Problem Based Learning
Mode Pembelajaran	Tatap Muka
INFORMASI UMUM	
CAPAIAN PEMBELAJARAN	
<p>Pada akhir fase E materi ini, peserta didik memiliki kemampuan untuk menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal,nasional dan global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan perannya, virus dan perannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.</p>	
TUJUAN PEMBELAJARAN	
<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik memiliki kemampuan untuk mengamati perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar maupun di Indonesia, dan dapat menyimpulkan apa itu perubahan lingkungan • Peserta didik memiliki kemampuan untuk menganalisis suatu permasalahan perubahan lingkungan yang terjadi • Peserta didik memiliki kemampuan untuk menyimpulkan langkah yang perlu dilakukan untuk mengatasi suatu perubahan lingkungan 	
PEMBELAJARAN BERMAKNA	
<p>Peserta didik serta memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis mengenai perubahan lingkungan. Dari kemampuan identifikasi tersebut peserta didik akan mampu menciptakan solusi perubahan lingkungan dengan mempertimbangkan keadaan sekitar.</p>	
PROFIL PELAJAR PANCASILA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bernalar Kritis 2. Mandiri 	
MEDIA PEMBELAJARAN	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Internet/ Wifi 2. Smartphone 	

3. LCD Projector	
4. Laptop	
5. PPT Perubahan Lingkungan	
PERTANYAAN PEMANTIK	
<ul style="list-style-type: none"> • Pernahkah anda mengamati lingkungan sekitar? Apakah terdapat perubahan di lingkungan sekitar anda? • Apakah anda pernah melihat kebakaran hutan? Menurut anda apa penyebab terjadinya kebakaran hutan? Upaya apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut? 	
JENIS ASESEMEN	
Diagnostik	: Asesemen diagnostic kognitif (Rubrik soal terkait kemampuan prasyarat terlampir)
Formatif	: Rubrik penilaian keterampilan terlampir
Sumatif	: Soal evaluasi materi (Rubrik soal terlampir)

PERTEMUAN 1

Tahap Kegiatan	Langkah-langkah Pembelajaran	Alokasi Waktu
KEGIATAN AWAL		
	1. Peserta didik menjawab salam 2. Peserta didik membaca doa sebelum pembelajaran dimulai 3. Peserta didik mengangkat tangan dan menjawab hadir ketika di absen 4. Peserta didik menyimak judul materi yang akan dijelaskan	10 menit
KEGIATAN INTI		
Mengorientasi Masalah	1. Peserta didik diberikan pertanyaan pemantik "Pernahkah anda mengamati lingkungan sekitar" "Apakah lingkungan anda mengalami perubahan?" "jika terdapat perubahan, menurut anda apa faktor penyebabnya?" (Bernalar Kritis) 2. Peserta didik mengerjakan pre-test menggunakan <i>wordwall</i> 3. Peserta didik menyimak materi yang disajikan menggunakan ppt tentang pengertian perubahan lingkungan dan faktor perubahan lingkungan dengan pendekatan STEAM 4. Peserta didik mengamati video tentang contoh kerusakan lingkungan: https://youtu.be/YUopPupUkGU?si=hobNHVEoUCaF7XFu	70 menit
Mengorganisasi	1. Peserta didik membentuk kelompok 2. Peserta didik bersama kelompok menerima LKPD berbasis STEAM	
Membantu Penyelidikan Mandiri dan Kelompok	1. Peserta didik secara berkelompok menyelesaikan permasalahan yang ada di LKPD berbasis STEAM	

Tahap Kegiatan	Langkah-langkah Pembelajaran	Alokasi Waktu
	2. Peserta didik berdiskusi mengumpulkan informasi yang relevan terkait dengan rumusan masalah yang ada di LKPD berbasis STEAM melalui sumber yang tepat 3. Peserta didik diberikan bimbingan terbatas dalam menyelesaikan LKPD berbasis STEAM 4. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi mengolah hasil informasi dari sumber literasi	
Mengembangkan dan Menyajikan	1. Hasil kerja kelompok dalam pengerjaan LKPD berbasis STEAM disusun sesuai dengan pemahaman mereka (Kreatif) 2. Peserta didik secara berkelompok mempresentasikan hasil dari penyelesaian LKPD berbasis STEAM	
Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah	1. Peserta didik menganalisis dan mengevaluasi hasil kerja yang sudah dibuat dan dipresentasikan berdasarkan masukan dari kelompok lain dan guru 2. Peserta didik memberikan apresiasi atas kelompok yang sudah mempresentasikan hasil kerja 3. Peserta didik mengerjakan post-test	
KEGIATAN PENUTUP		
	1. Peserta didik menyampaikan refleksi perasaan yang dirasakan terkait pembelajaran hari ini 2. Peserta didik dan guru berdiskusi untuk menyampaikan kesimpulan terkait materi hari ini 3. Peserta didik menjawab salam penutup dari guru	10 menit

PERTEMUAN 2

Tahap Kegiatan	Langkah—Langkah Pembelajaran	Alokasi Waktu
KEGIATAN AWAL		
	1. Peserta didik menjawab salam 2. Peserta didik membaca doa sebelum pembelajaran dimulai 3. Peserta didik mengangkat tangan dan menjawab hadir ketika di absen 4. Peserta didik menyimak judul materi yang akan dijelaskan 5. Peserta didik mengangkat tangan ketika guru menanyakan tipe gaya belajar tertentu. Guru memberikan asesmen diagnostic (kognitif) (mengetahui gaya belajar peserta didik sebagai bahan pembentukan kelompok) kelompok baru ditulis dipapan tulis 6. Peserta didik dan guru membuat kesepakatan belajar	10 menit
KEGIATAN INTI		
Mengorientasi Masalah	1. Peserta didik mengerjakan pre-test menggunakan <i>wordwall</i> 2. Peserta didik diberikan pertanyaan pemantik “Taukah anda tentang rumah kaca?” “Apa akibat dari adanya rumah kaca tersebut?” (Bernalar Kritis) 3. Peserta menyimak materi pada ppt tentang macam-macam pencemaran 4. Peserta didik mengamati video pencemaran udara:	70 menit

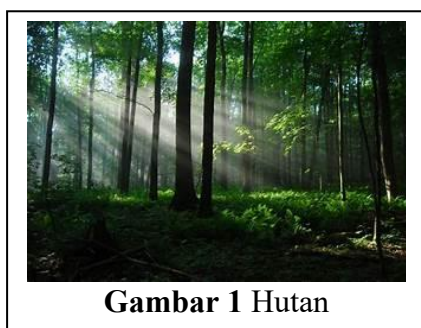
Tahap Kegiatan	Langkah—Langkah Pembelajaran	Alokasi Waktu
	https://youtu.be/vIqHX-j2D5E?si=wKW6L4wb6NuGW2W6	
Mengorganisasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik membentuk kelompok 2. Peserta didik bersama kelompok menerima LKPD berbasis STEAM 	
Membantu Penyelidikan Mandiri dan Kelompok	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik berdiskusi mengumpulkan informasi yang relevan terkait dengan rumusan masalah yang ada di LKPD berbasis STEAM melalui sumber yang tepat 2. Peserta didik diberikan bimbingan terbatas dalam menyelesaikan LKPD berbasis STEAM 3. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi mengolah hasil informasi dari sumber literasi 	
Mengembangkan dan Menyajikan Hasil	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil kerja kelompok dalam pengerjaan LKPD berbasis STEAM disusun sesuai dengan pemahaman mereka (Kreatif) 2. Peserta didik secara berkelompok mempresentasikan hasil dari penyelesaian LKPD berbasis STEAM 	
Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik menganalisis dan mengevaluasi hasil kerja yang sudah dibuat dan dipresentasikan berdasarkan masukan dari kelompok lain dan guru 2. Peserta didik memberikan apresiasi atas kelompok yang sudah mempresentasikan hasil kerja 3. Peserta didik mengerjakan post-test 	
Kegiatan Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik menyampaikan refleksi perasaan, hal baru terkait pembelajaran hari ini 2. Peserta didik dan guru berdiskusi menyampaikan kesimpulan terkait materi hari ini 3. Peserta didik menjawab salam penutup dari guru 	10 menit

MATERI PEMBELAJARAN

PERUBAHAN LINGKUNGAN

1. PENGERTIAN PERUBAHAN LINGKUNGAN

Science: Lingkungan dapat diartikan sebagai suatu kesatuan semua faktor fisik, kimia, biologis, social, dan budaya yang ada di sekitar makhluk hidup atau suatu sistem yang mempenaruhi satu sama lain. Dalam keadaan normal, lingkungan membentuk suatu keseimbangan yang disebut **keseimbangan**



Gambar 1 Hutan

dinamis (*dynamic equilibrium*). Dalam kondisi ini, komponen-komponen yang menyusun ekosistem saling mendukung satu sama lain. Komponen-komponen tersebut terdiri atas komponen biotik dan komponen abiotic. Komponen biotik terdiri atas makhluk hidup, seperti manusia, hewan tumbuhan, dan mikroorganisme. Sedangkan lingkungan abiotik terdiri dari benda-benda tidak hidup, seperti tanah, air, udara, kelembaban, dan suhu atau temperature, yang merupakan factor penting yang mendukung kehidupan

Contoh lingkungan yang seimbang adalah hutan (Gambar 1). Di dalam ekosistem hutan yang masih alami, terdapat pohon-pohon atau tumbuhan lain yang berperan sebagai produsen. Sebagai produsen, tumbuhan merupakan penghasil makanan (energi) dan oksigen, karena mampu melakukan fotosintesis. Fotosintesis menghasilkan karbohidrat sebagai sumber energi bagi konsumennya, termasuk manusia. Tumbuhan juga mempunyai fungsi sebagai tempat berlindung atau tempat tinggal bagi berbagai jenis hewan

Perubahan lingkungan adalah suatu proses dimana terjadi pergeseran atau perubahan lingkungan dalam kondisi waktu tertentu. Perubahan lingkungan dapat disebabkan salah satunya oleh manusia, seperti penebangan hutan secara liar, pembuangan limbah, emisi gas rumah kaca, dan sebagainya. Penebangan hutan yang disebabkan oleh manusia akan mempengaruhi keseimbangan alam

2. FAKTOR PERUBAHAN LINGKUNGAN

Lingkungan tidak akan berubah apabila tidak terdapat faktor yang merubahnya. Berikut ini adalah beberapa faktor penyebab perubahan lingkungan

a. Perubahan Lingkungan Faktor Alam

Perubahan lingkungan alami terjadi karena perubahan terjadi dalam komponen fisik, kimia, biologis, atau geologis dari lingkungan bumi tanpa



Gambar 3 Gunung Berapi

campur tangan manusia. Perubahan lingkungan secara alami ini menghasilkan perubahan dalam iklim, topografi, keanekaragaman hayati, dan banyak aspek lain dari ekosistem. Contoh perubahan lingkungan yang terjadi karena alam adalah letusan gunung berapi, badai,

angin, gempa bumi, musim kemarau yang panjang, kebakaran hutan, banjir, dan tanah longsor. Di antara peristiwa tersebut juga ada yang dipengaruhi oleh campur tangan manusia, misalnya kemarau panjang, kebakaran hutan, banjir, dan tanah longsor yang dipicu oleh penebangan hutan. Letusan gunung berapi yang disertai muntahan lahar, awan panas, gas, partikel debu, dan hujan abu (Gambar 3), menimbulkan kerusakan berupa rusaknya lingkungan dan matinya tumbuhan, hewan, serta manusia. Selain itu, peristiwa kemarau menimbulkan kekeringan, sehingga banyak tumbuhan yang mati dan dapat memicu kebakaran hutan. Dampaknya adalah hilangnya keanekaragaman hayati, terjadi kabut asap, dan pemanasan global atau *global warming*. Di bidang pertanian timbul dampak negatif berupa gagal panen atau penurunan produksi. Namun demikian, terjadinya kemarau panjang dan perubahan iklim yang ekstrim bisa pula terjadi akibat aktivitas manusia, seperti pemanasan global dan penipisan lapisan ozon. Kebakaran hutan di daerah tropis seperti negara kita ini bukan murni terjadi akibat peristiwa alam, tetapi dipicu oleh kegiatan manusia seperti pembukaan hutan dengan pembakaran dan kecerobohan manusia meninggalkan sumber api ketika beraktivitas di dalam hutan. Sedangkan di daerah temperate atau daerah empat musim, kebakaran hutan merupakan salah satu kejadian alami yang

merupakan ciri ekosistem tersebut. Di sana, kebakaran merupakan salah satu mekanisme alam untuk menjaga keseimbangan dinamisnya.

b. Perubahan Lingkungan Faktor Manusia

Perubahan lingkungan karena faktor manusia merujuk pada dampak yang diciptakan oleh aktivitas manusia terhadap lingkungan. Contoh aktivitas manusia antara lain pertanian intensif, urbanisasi, dan penggunaan sumber daya alam yang berlebihan, yang mampu menyebabkan perubahan yang signifikan dalam lingkungan.



Gambar 2 Penebangan Liar

Perhatikan Gambar 2. Penebangan liar (*illegal logging*) ini dilakukan oleh oknum-oknum yang hanya berorientasi pada kepentingan pribadi dan mengabaikan kelestarian lingkungan. Eksploitasi alam secara tidak

bertanggungjawab ini pada akhirnya akan mengurangi berbagai fungsi hutan, terutama berkurangnya kemampuan hutan sebagai penahan air. Akibatnya, daya dukung hutan menjadi berkurang dan memengaruhi kehidupan satwa liar di dalamnya dan juga kehidupan manusia. Selain itu, hutan pun menjadi gundul, sehingga apabila musim hujan tiba dapat timbul bencana seperti banjir dan tanah longsor.

Technology: Sebagai makhluk heterotrof, manusia memerlukan makanan dari tumbuhan dan hewan. Untuk mencukupi kebutuhan pangan tersebut, manusia melakukan budidaya tanaman atau pertanian. Namun, karena lahan pertanian berkurang seiring pertambahan penduduk dan konversi lahan pertanian menjadi perumahan, maka untuk memenuhi kebutuhan pangan berbagai upaya yang dilakukan, misalnya dengan menerapkan intensifikasi pertanian. Tujuannya adalah peningkatan produksi pertanian tanpa harus menambah luas lahan (ekstensifikasi pertanian). Penerapan intensifikasi pertanian dengan Panca Usaha Tani, di satu sisi dapat meningkatkan ketersediaan pangan, tetapi di sisi lain bisa merugikan manusia sendiri.

Pemakaian pupuk dan pestisida yang berlebihan untuk meningkatkan hasil produksi dapat menyebabkan terjadinya polusi atau pencemaran

3. RAGAM PENCEMARAN



Gambar 4 Cerobong pabrik

Pencemaran lingkungan atau polusi terjadi di suatu tempat, ketika di sana terdapat suatu perubahan kondisi alam yang tidak diinginkan. Perubahan tersebut meliputi perubahan udara, daratan, dan air secara fisik maupun kimia. Penyebab pencemaran

adalah kegiatan manusia terutama di bidang industri, yang menghasilkan limbah atau hasil buangan sisa produksi. Limbah adalah suatu benda atau zat yang mengandung substansi yang berbahaya bagi makhluk hidup, baik manusia, hewan, tumbuhan, maupun mikroorganisme. Limbah juga dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, bengkel-bengkel, laboratorium, dan penggunaan pupuk yang berlebihan. Apabila limbah-limbah tersebut dibuang begitu saja ke lingkungan tanpa didahului proses pengolahan, maka akan timbul pencemaran. Limbah dan zat-zat lain penyebab pencemaran secara umum disebut sebagai polutan atau zat pencemar.

Polutan dapat dikelompokkan menjadi polutan biologi, polutan fisika, dan polutan kimia. Polutan biologi adalah polutan yang berupa makhluk hidup terutama kelompok mikroorganisme, seperti bakteri dan virus yang sering terdapat pada kotoran, sisa-sisa makanan, dan jasad organisme yang lain. Polutan fisika atau polutan energi adalah polutan yang disebabkan oleh faktor-faktor fisik seperti panas, dingin, dan radiasi. Sedangkan polutan kimia adalah polutan yang mengandung zat atau senyawa kimia, misalnya limbah yang banyak mengandung logam merkuri (Hg), gas CO₂, gas CFC, debu logam berat, asbestos, pestisida, gas CO, gas H₂S, partikel SO₂, NO₂, dan Batubara. Suatu bahan disebut polutan apabila jumlahnya melebihi jumlah normal (di atas nilai ambang batas), dan berada pada waktu dan tempat yang tidak seharusnya.

Ragam Pencemaran Lingkungan

Berdasarkan tempat terjadinya atau lingkungan yang dicemarinya, pencemaran dapat kita kelompokkan menjadi beberapa macam, antara lain

a. Pencemaran Air

Air merupakan salah satu komponen abiotik utama yang sangat diperlukan untuk kehidupan, utamanya untuk makhluk hidup. Air yang tidak tercemar mempunyai tiga kriteria, yaitu tidak berwarna, berbau, dan tidak berasa. Apabila salah satu kriteria tersebut tidak terpenuhi, maka air dikatakan tercemar. Pencemaran air meliputi pencemaran di darat dan di dalam perairan (air tawar dan air laut). Sumber pencemaran air dapat berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, limbah pertanian, limbah pertambangan minyak lepas pantai, kebocoran kapal tanker pengangkut minyak, atau sampah-sampah organik. Limbah tersebut masuk ke lingkungan air dan mengganggu keseimbangan dinamisnya. Limbah rumah tangga dihasilkan dari aktivitas kehidupan sehari-hari, bisa berupa sampah maupun senyawa-senyawa kimia, dan juga limbah organik, kertas, dan sabun detergen.

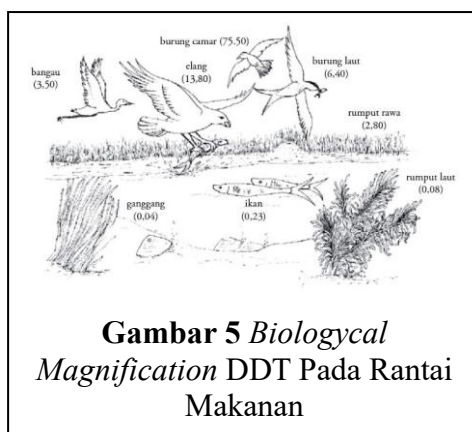
Apabila limbah tersebut langsung dibuang ke sungai atau kolam, dapat menyebabkan pencemaran air. Akibatnya, banyak organisme air yang mati atau mengalami gangguan dan dapat menimbulkan berbagai penyakit akibat bakteri dan virus. Sampah-sampah yang dibuang ke sungai akan menyumbat aliran air dan dapat menyebabkan banjir. Limbah industri juga dapat menyebabkan pencemaran air, yang berupa zat-zat buangan yang sangat berbahaya, seperti logam berat (Hg), zat-zat radioaktif, sampah, dan kotoran (dari pengolahan hasil ternak), dan polutan panas (*thermal water waste*). Sebagian besar industri membuang limbah cairnya langsung ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Limbah tersebut sangat berbahaya dan pada manusia berpotensi menimbulkan kanker. Bahkan limbah yang sudah diolah sekalipun ternyata masih mengandung bahan yang beracun, seperti Hg, Pb, Cr, Cu, Zn, dan Ni. Contoh kasus pencemaran ini adalah pencemaran air raksa atau merkuri (Hg) di Teluk Minamata, Jepang. Tragedi Minamata tersebut banyak menelan korban jiwa karena logam berat ternyata masuk ke tubuh ikan-ikan yang ada di perairan Teluk Minamata, dan setelah ditangkap para nelayan ikan-ikan tersebut

kemudian dikonsumsi oleh manusia. Akhirnya senyawa Hg tersebut sampai di tubuh manusia dan menyebabkan gangguan kesehatan yang lantas dikenal dengan penyakit minamata. Penyakit tersebut menyerang sistem saraf dan dapat menimbulkan kematian. Kasus semacam minamata juga pernah terjadi di Teluk Buyat, Minahasa.

Pupuk yang ikut masuk ke aliran sungai atau danau akan menyebabkan blooming Alga dan tanaman air lainnya seperti enceng gondok (*Eichhornia crassipes*), yaitu pertumbuhan yang sangat cepat akibat penimbunan pupuk di perairan. Penimbunan pupuk yang menyebabkan blooming ini disebut eutrofikasi. Kasus ini pernah terjadi di danau Rawa Pening, Jawa Tengah. Akibat lainnya adalah terjadinya pendangkalan perairan.

Contoh limbah pertanian yang juga menimbulkan polusi adalah DDT (*dichloro diphenyl trichloroethan*), yaitu sejenis pestisida. Bila masuk ke dalam tubuh organisme, zat organoklorin di dalam DDT akan mengalami penumpukan atau terakumulasi. Proses ini disebut biological accumulation. Di dalam rantai makanan, kadar DDT ini akan semakin meningkat pada tubuh organisme di setiap tingkat trofik, dan konsentrasi tertinggi berada pada puncak konsumen. Proses ini disebut biological magnification.

Biological magnification dapat terjadi karena DDT merupakan insektisida



yang sangat efektif terhadap serangga, tetapi tidak beracun bagi hewan lain seperti burung dan mamalia. Senyawanya juga sangat stabil, tidak larut dalam air, tetapi dapat larut dalam minyak atau lemak. Konsentrasi DDT 1 ppm (*part per million* atau bagian per juta) di dalam tubuh serangga bisa berlipat menjadi 2000 kali lebih besar

bila serangga-serangga tersebut dimakan oleh katak. Dalam tubuh burung yang memakan katak tersebut, konsentrasi DDT bisa jadi 8000 kalinya. Begitu seterusnya, hingga konsentrasi DDT semakin meningkat di dalam rantai

makanan. DDT juga merugikan bagi organisme yang memakannya. Bahkan, karena sifatnya yang tidak terurai, DDT bisa terbawa air sampai ke perairan yang jaraknya sangat jauh dari sumber pencemaran. Penggunaan DDT di perkebunan apel di Amerika, misalnya, ternyata mempengaruhi kehidupan burung Pinguin di Benua Antartika, karena DDT tersebut terbawa arus laut melalui Samudera Pasifik.

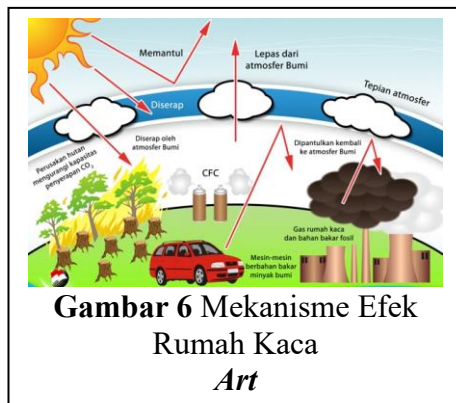
Tambang minyak lepas pantai dan tumpahan minyak mentah dari kapal tanker yang bocor menimbulkan pencemaran di laut. Tumpahan minyak dapat membunuh organisme laut. Selain itu, juga bisa menghalangi penetrasi cahaya matahari ke dalam laut, sehingga berbagai jenis tumbuhan laut tidak dapat melakukan proses fotosintesis. Sampah-sampah organik dalam air yang menyebabkan pertumbuhan populasi bakteri pembusuk, sehingga meningkatkan kadar BOD (biochemical oxygen demand) dan menurunkan kadar COD (chemical oxygen demand). COD rendah berarti kandungan O₂ di dalam air menurun, sehingga mengganggu aktivitas kehidupan air. Akibatnya, banyak organisme air yang mati. Jika pencemaran bahan organik meningkat, kita akan menemui cacing *Tubifex* sp. bergerombol dan berwarna putih kemerah-merahan. Cacing ini merupakan bioindikator parahnya pencemaran oleh bahan organik dari pemukiman penduduk.

b. Pencemaran Udara

Pencemaran udara disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia, baik kegiatan rumah tangga (pembakaran sampah), kegiatan industri (asap dari cerobong pabrik), maupun kegiatan pertanian (penyemprotan insektisida). Kebakaran hutan juga merupakan bentuk lain polusi udara. Asap rokok dan asap dari kendaraan bermotor juga merupakan sumber pencemaran udara. Pencemaran udara dapat berupa gas, seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Gas CO ini tidak berbau dan tidak berwarna, serta bersifat racun. Gas ini berasal dari pembakaran tidak sempurna pada kendaraan berbahan bakar bensin dan solar. CO juga dihasilkan dari pembakaran sampah dan dari industri, terutama industri baja dan besi. CO berikatan dengan hemoglobin di dalam darah, membentuk COHb yang berbahaya dan pada kadar 750 ppm bersifat mematikan. Sedangkan gas CO₂

sebenarnya adalah komponen normal udara, tetapi bila terjadi gangguan pada daur karbon maka konsentrasi CO₂ akan meningkat. Peningkatan kadar CO₂ disebabkan oleh pembakaran kayu, batu bara, gas alam, di dalam hutan. Akibat peningkatan kadar CO₂ adalah terjadinya efek rumah kaca (*green house effect*).

Efek rumah kaca adalah suatu kondisi suhu bumi yang terus meningkat akibat



pemantulan kembali oleh lapisan CO₂ di atmosfer. Peningkatan suhu yang dirasakan di seluruh bagian bumi ini disebut pemanasan global (*global warming*). Efek rumah kaca dikhawatirkan dapat memicu mencairnya es di kutub sehingga terjadi peningkatan tinggi permukaan laut dan mampu menenggelamkan pulau-pulau atau

daerah dataran rendah. Efek lainnya adalah perubahan iklim sehingga terjadi pergeseran curah hujan dan kekeringan di beberapa tempat. Polutan yang juga berupa gas adalah H₂S (*Hydrogen Sulfide*) dan SO₂ (*Sulfure Dyoxyd*). H₂S merupakan gas beracun, terdapat di kawasan gunung berapi, terutama saat sedang aktif. Selain itu, H₂S juga dihasilkan dari pembakaran minyak bumi dan batu bara. Pembakaran batubara yang mengandung sulfur juga menghasilkan sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen dioksida (NO₂). Kedua gas tersebut bereaksi membentuk asam dan suatu saat akan jatuh sebagai hujan asam. Hujan asam ini akan menyebabkan korosi (karatan) pada besi, dan perubahan morfologi pada daun, batang, dan juga dapat mengganggu pernapasan pada manusia dan hewan.

Polusi udara juga disebabkan oleh partikel- partikel. SO₂ dan NO₂ bersama dengan partikel cair membentuk embun, membentuk awan dekat tanah yang dapat mengganggu pernapasan. Jenis polutan lainnya adalah senyawa CFC (*Chloro Fluoro Carbon*) yang biasa digunakan pada pendingin ruangan, dan lemari es. Sumber CFC lainnya adalah perlengkapan yang menggunakan penyemprot aerosol, proses pembuatan karet busa, proses pembuatan plastik, AC, dispenser, dan hairdryer. Di atmosfer, CFC akan berikatan dengan ozon di lapisan stratosfer, sehingga molekul ozon terurai dan membentuk lubang di beberapa tempat di bumi,

seperti di atas Antartika dan kutub utara. Lubang tersebut akan mengurangi fungsi lapisan ozon sebagai penahan sinar Ultra Violet (UV). Sinar UV dari matahari bila sampai ke bumi dapat menimbulkan kanker kulit dan gangguan rantai makanan di laut.

c. Pencemaran Tanah

Limbah rumah tangga seperti sampah plastik yang sukar hancur, botol-botol, karet sintesis, pecahan kaca, dan kaleng, merupakan penyebab pencemaran tanah. Sampah-sampah tersebut tidak dapat diuraikan oleh bakteri atau mikroba tanah. Limbah-limbah tersebut



Gambar 7 Pencemaran Tanah

bisa juga menyebabkan kematian organisme tanah. Limbah pertanian seperti sisa penggunaan pupuk buatan, pestisida, dan herbisida juga dapat menyebabkan pencemaran tanah. Limbah tersebut sukar terurai dan dapat bertahan lama di dalam tanah, sehingga residu atau sisa limbah tersebut dapat membahayakan kehidupan organisme tanah. Residu DDT di dalam tanah dapat membunuh mikroba pengurai yang sangat penting peranannya bagi proses pembusukan, dan akibatnya kesuburan tanah akan terganggu. Bila tanah yang tercemar tersebut tersiram air hujan, maka polutan di dalamnya akan larut dan akhirnya mencemari perairan. Kegiatan industri pertambangan juga dapat menimbulkan pencemaran tanah. Salah satunya adalah penambangan batu bara, penambangan emas, besi, dan sebagainya. Penggunaan senyawa-senyawa untuk memisahkan biji emas, misalnya merkuri (Hg), juga sangat membahayakan organisme yang tercemarinya.

d. Pencemaran Suara



Gambar 8 Pencemaran Suara

Pencemaran suara disebabkan oleh kebisingan atau bunyi-bunyi yang mengganggu atau merusak pendengaran manusia, memiliki intensitas di atas 50 desibel (dB). Sumber pencemaran suara antara lain kendaraan bermotor, kapal terbang, deru mesin pabrik, dan radio tape yang berbunyi keras.

Pencemaran suara merupakan pencemaran serius, karena dapat menimbulkan cacat pendengaran permanen. **Engineering:** Salah satu upaya yang dapat digunakan untuk mengurangi pencemaran suara utamanya bagi yang tinggal disekitar kota besar, penggunaan alat peredam suara dapat efektif digunakan. Alat peredam suara digunakan untuk meredam kebisingan di lingkungan sekitar. Alat peredam suara biasanya terbuat dari material sintetis seperti busa akustik, yang biasanya digunakan pada ruangan music, busa ini memiliki struktur yang berpori. Kemudian, penggunaan alat peredam getaran, mampu mengurangi kebocoran suara yang terdengar melalui struktur bangunan.

e. Pencemaran Radioaktif

Penyebab pencemaran radioaktif adalah debu radioaktif yang berasal dari bom



nuklir serta reaktor-reaktornya. Bahaya yang ditimbulkannya adalah radiasi sinar, dan partikel-partikel neutron yang lain hasil reaksi fusi dan reaksi fisi. Pengaruh paparan radioaktif terhadap gen adalah menimbulkan terjadinya mutasi gen. Bila mutasi terjadi pada sel tubuh atau sel somatis, maka berpotensi menimbulkan kanker atau tumor.

Lampiran 8 PRE-TEST Siklus 1 Dan Siklus 2

PRE-TEST 1

<p>0:03 ✓</p> <p>Tingginya kadar karbon monoksida di udara dapat mengganggu kesehatan manusia terutama yang berkaitan dengan</p> <p>A pengikatan O_2 oleh darah B penurunan Hb darah C efek rumah kaca D radang saluran pernafasan</p> <p>1 of 13</p> <p>1.</p>	<p>0:19 ✓ 0</p> <p>Polusi udara terutama disebabkan oleh senyawa karbondioksida, nitrogenoksida, belerang dan sebagainya. Adapun polusi udara yang disebabkan oleh pembakaran yang kurang sempurna adalah</p> <p>A debu B hidrokarbon C NO_2 D CO_2</p> <p>2 of 10</p> <p>2.</p>
<p>0:23 ✓</p> <p>Apabila karbon dioksida di dalam ekosistem jumlahnya semakin berkurang, maka organisme yang pertama-tama akan mengalami dampak negative adalah</p> <p>A Pengurai B Produsen C Herbivora D Karnivora</p> <p>3 of 10</p> <p>3.</p>	<p>0:26 ✓ 0</p> <p>suatu lingkungan dapat dikatakan tercemar apabila sebagai berikut, kecuali</p> <p>A ditemukan mikroorganisme yaitu bakteri dan jamur B kualitas dan kuantitasnya menurun C jumlah dan kadar polutannya melebihi ambang batas D berfungsi sesuai dengan fungsinya</p> <p>4 of 10</p> <p>4.</p>
<p>0:30 ✓</p> <p>Peningkatan kadar gas karbondioksida di atmosfer yang berasal dari industry, kendaraan bermotor, dan pemukiman dapat menyebabkan</p> <p>A penurunan suhu udara B kenaikan suhu udara C penurunan intensitas cahaya matahari D terjadinya proses fotosintesis</p> <p>5 of 10</p> <p>5.</p>	<p>0:32 ✓ 0</p> <p>Manusia adalah bagian dari lingkungan yang mempunyai kewajiban menjaga kelestarian hidup dan lingkungannya. Tindakan bijaksana yang dilakukan manusia adalah</p> <p>A Memelihara dan mengelola lingkungan secara terencana dan terkendali B Mengusahakan tercapainya keselarasan dan keseimbangan lingkungan C Menjaga tidak terjadinya peledakan penduduk D Menjaga tanaman tetap berfotosintesis</p> <p>6 of 10</p> <p>6.</p>
<p>0:36 ✓</p> <p>Kerusakan hutan disebabkan oleh beberapa kegiatan manusia, antara lain pembalakan liar dan penambangan liar. Kerusakan hutan juga banyak terjadi akibat kebakaran hutan, alih fungsi hutan menjadi kebun kelapa sawit, pertambangan batu baru, dan penambangan emas liar. Cara mengatasi permasalahan tersebut adalah</p> <p>A Membangun tanggul-tanggul di sepanjang aliran sungai B Merevisi undang-undang tentang pencemaran C Melarang usaha penambangan atau eksploitasi sumber daya alam D Menghentikan praktik ulah praktik melakukan analisis dampak lingkungan</p> <p>7 of 10</p> <p>7.</p>	<p>0:38 ✓ 0</p> <p>Sampah organik di dalam sungai atau kolam menyebabkan kadar O_2 meninggi atau kolam menyebabkan kadar O_2 meninggi sehingga mengganggu kehidupan organisme di perairan. Usaha yang tepat adalah sampah organik itu sebaiknya</p> <p>A Ditimbun di tempat tertentu B Dikeringkan lalu dibakar C Dijadikan pupuk kompos D Dibuang pada saluran air</p> <p>8 of 10</p> <p>8.</p>
<p>0:42 ✓ 0</p> <p>Pengelolaan secara biologis merupakan cara paling efektif menanggulangi limbah dari bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) karena</p> <p>A Membutuhkan waktu yang relatif singkat B Biaya yang dibutuhkan relative murah C Tidak menimbulkan limbah baru D Meminimalisir dampak bagi lingkungan</p> <p>9 of 10</p> <p>9.</p>	<p>0:45 ✓</p> <p>Pencemaran sampah plastik dalam tanah mengurangi kemampuan daya dukung tanah juga merupakan polutan yang tidak dapat diuraikan. Sebagai upaya pengurangan yang dilakukan adalah</p> <p>A Penyuluhan pada masyarakat agar tidak menggunakan plastic B Penelitian cara penguraian plastic dalam tanah C Penguraian produksi limbah D Pendaurlang limbah plastik</p> <p>10 of 10</p> <p>10.</p>

PRE-TEST PERTEMUAN 2

<p>0:01</p> <p>Hujan asam dapat terjadi apabila atmosfer banyak mengandung gas</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>CO₂</td> <td>CO</td> <td>N₂</td> <td>SO₂</td> </tr> </table> <p>1 of 10</p> <p>1.</p>	A	B	C	D	CO ₂	CO	N ₂	SO ₂	<p>0:04</p> <p>Naiknya kadar CO₂ di atas 1% di udara, tidak akan menyebabkan naiknya aktivitas fotosintesis sebab hal tersebut akan mengakibatkan</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>terganggunya proses fotolisis air</td> <td>terganggunya reaksi gelap terang</td> <td>menyempitnya stomata</td> <td>sulitnya penyerapan air</td> </tr> </table> <p>2 of 10</p> <p>2.</p>	A	B	C	D	terganggunya proses fotolisis air	terganggunya reaksi gelap terang	menyempitnya stomata	sulitnya penyerapan air
A	B	C	D														
CO ₂	CO	N ₂	SO ₂														
A	B	C	D														
terganggunya proses fotolisis air	terganggunya reaksi gelap terang	menyempitnya stomata	sulitnya penyerapan air														
<p>0:08</p> <p>peningkatan kadar gas karbondioksida di atmosfer yang berasal dari industri, kendaraan bermotor, dan pemukiman dapat menyebabkan</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>penurunan suhu udara</td> <td>kenaikan suhu udara</td> <td>penurunan intensitas cahaya matahari</td> <td>terjadinya hujan asam</td> </tr> </table> <p>3 of 10</p> <p>3.</p>	A	B	C	D	penurunan suhu udara	kenaikan suhu udara	penurunan intensitas cahaya matahari	terjadinya hujan asam	<p>0:11</p> <p>polusi udara terutama disebabkan oleh senyawa seperti karbondioksida, nitrogen oksida, belerang, dan sebagainya. adapun polusi udara yang disebabkan oleh pembakaran yang kurang sempurna adalah</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>debu</td> <td>hidrokarbon</td> <td>NO₂</td> <td>CO₂</td> </tr> </table> <p>4 of 10</p> <p>4.</p>	A	B	C	D	debu	hidrokarbon	NO ₂	CO ₂
A	B	C	D														
penurunan suhu udara	kenaikan suhu udara	penurunan intensitas cahaya matahari	terjadinya hujan asam														
A	B	C	D														
debu	hidrokarbon	NO ₂	CO ₂														
<p>0:13</p> <p>pencemaran air di teluk Minamata Jepang telah menyebabkan ratusan orang meninggal akibat mengkonsumsi ikan yang mengandung polutan logam berat</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>Pb (timbal)</td> <td>Mg (magnesium)</td> <td>Cd (cadmium)</td> <td>Hg (merkuri)</td> </tr> </table> <p>5 of 10</p> <p>5.</p>	A	B	C	D	Pb (timbal)	Mg (magnesium)	Cd (cadmium)	Hg (merkuri)	<p>0:16</p> <p>para petani menggunakan pupuk dengan harapan tanaman menjadi subur. Namun penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menyebabkan</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>terbunuhnya musuh alami hama</td> <td>penyerapan unsur hara menjadi cepat</td> <td>meningkatnya produktivitas tanah</td> <td>tanaman menjadi kerdil dan daunnya mengering</td> </tr> </table> <p>6 of 10</p> <p>6.</p>	A	B	C	D	terbunuhnya musuh alami hama	penyerapan unsur hara menjadi cepat	meningkatnya produktivitas tanah	tanaman menjadi kerdil dan daunnya mengering
A	B	C	D														
Pb (timbal)	Mg (magnesium)	Cd (cadmium)	Hg (merkuri)														
A	B	C	D														
terbunuhnya musuh alami hama	penyerapan unsur hara menjadi cepat	meningkatnya produktivitas tanah	tanaman menjadi kerdil dan daunnya mengering														
<p>0:19</p> <p>penggunaan kendaraan bermotor dan alat-alat yang mengandung CFC dapat mengakibatkan</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>peningkatan polutan biologis yang mencemari udara</td> <td>peningkatan kadar CO₂ di atmosfer dan penipisan lapisan ozon</td> <td>menurunnya kualitas udara bersih di hutan hujan tropis</td> <td>menurunnya kadar oksigen di atas permukaan air laut</td> </tr> </table> <p>7 of 10</p> <p>7.</p>	A	B	C	D	peningkatan polutan biologis yang mencemari udara	peningkatan kadar CO ₂ di atmosfer dan penipisan lapisan ozon	menurunnya kualitas udara bersih di hutan hujan tropis	menurunnya kadar oksigen di atas permukaan air laut	<p>0:22</p> <p>contoh limbah yang terdegradasi secara lambat adalah</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>plastik dan aluminium</td> <td>kertas dan kain sutera</td> <td>deterjen DDT</td> <td>bangkai dan kotoran hewan</td> </tr> </table> <p>8 of 10</p> <p>8.</p>	A	B	C	D	plastik dan aluminium	kertas dan kain sutera	deterjen DDT	bangkai dan kotoran hewan
A	B	C	D														
peningkatan polutan biologis yang mencemari udara	peningkatan kadar CO ₂ di atmosfer dan penipisan lapisan ozon	menurunnya kualitas udara bersih di hutan hujan tropis	menurunnya kadar oksigen di atas permukaan air laut														
A	B	C	D														
plastik dan aluminium	kertas dan kain sutera	deterjen DDT	bangkai dan kotoran hewan														

0:25 ✓ 0

upaya pengelolaan limbah cair industri yang tidak tepat adalah

A	B	C	D
meminimalisir limbah	menerapkan metode penanganan sistem terpusat	langsung membuang limbah ke IPAL tanpa dilolah terlebih dahulu	melakukan metode penanganan sistem setempat

9.

0:28 ✓ 0

pabrik mesin mengoperasikan mesin dengan bahan bakar batu bara dan bahan bakar minyak. Harga batu bara lebih murah sehingga banyak dipilih oleh pabrik, tetapi menghasilkan emisi gas buangan lebih banyak dibandingkan bahan bakar minyak. Jika pabrik terus menerus menggunakan batu bara, yang akan terjadi adalah

A	B	C	D
pembakaran batubara menghasilkan gas karbon monoksida yang dapat meningkatkan suhu bumi	gas buangan karbon dioksida menyebabkan terjadinya efek rumah kaca sehingga suhu bumi meningkat	dihasilkan gas CFC yang akan menyebabkan penipisan lapisan ozon di atmosfer	gas nitrogen hasil pembakaran menyebabkan asfiksia pada manusia khususnya manusia lanjut usia

10.

Lampiran 9 LKPD Siklus 1 Dan Siklus 2

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Pertemuan 1

PERUBAHAN LINGKUNGAN

Nama Anggota Kelompok:

Bacalah artikel dan permasalahan berikut, dan kerjakan menggunakan pendekatan STEAM!

Science



Bacalah artikel berikut ini:

<https://tirta.id/apa-saja-fakta-fakta-dari-perubahan-lingkungan-gPhp>

Perubahan lingkungan terjadi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor. Indonesia. Berdasarkan artikel tersebut, apa yang dapat anda temukan mengenai perubahan lingkungan?

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Pertemuan 1

PERUBAHAN LINGKUNGAN

Nama Anggota Kelompok:

Bacalah artikel dan permasalahan berikut, dan kerjakan menggunakan pendekatan STEAM!

Technology



Bacalah artikel berikut:

<https://www.bbc.com/indonesia/articles/cye4prp6015o>

Berdasarkan permasalahan dari artikel tersebut, solusi apa yang dapat anda lakukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut?

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

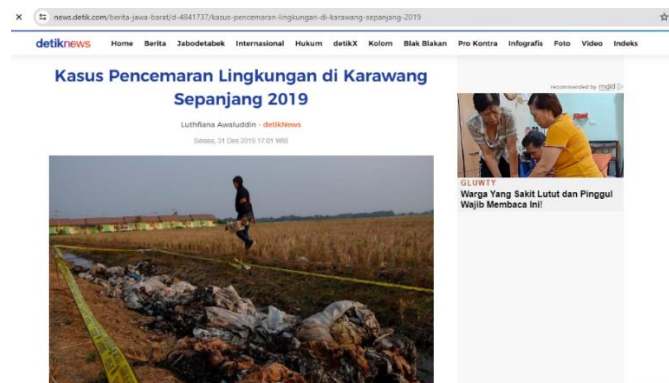
Pertemuan 1

PERUBAHAN LINGKUNGAN

Nama Anggota Kelompok:

Bacalah artikel dan permasalahan berikut, dan kerjakan menggunakan pendekatan STEAM!

Engineering



Bacalah artikel berikut: <https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-4841737/kasus-pencemaran-lingkungan-di-karawang-sepanjang-2019>

Dari kasus tersebut rekayasa apa yang dapat digunakan untuk mengurangi kabut asap dalam waktu tertentu?

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK**Pertemuan 1****PERUBAHAN LINGKUNGAN**

Nama Anggota Kelompok:

Bacalah artikel dan permasalahan berikut, dan kerjakan menggunakan pendekatan STEAM!

Art

Global Warming merupakan salah satu contoh adanya perubahan lingkungan yang perlu segera untuk diatasi. *Global Warming* dapat memicu terjadinya hujan asam. Buatlah mekanisme hujan asam yang anda ketahui!

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK**Pertemuan 1****PERUBAHAN LINGKUNGAN**

Nama Anggota Kelompok:

Bacalah artikel dan permasalahan berikut, dan kerjakan menggunakan pendekatan STEAM!

Mathematic

Banyaknya kasus pencemaran lingkungan yang terjadi di Indonesia memungkinkan terjadi berkurangnya lingkungan yang terjaga. Menurut anda berapa persentase antara lingkungan yang sudah tercemar dan masih terjaga? Jelaskanlah!

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Pertemuan 2

Perubahan Lingkungan

Nama Anggota Kelompok:

Cermatilah artikel dan permasalahan berikut ini. Jawablah sesuai dengan perintah dengan menggunakan pendekatan STEAM!

Science



Bacalah artikel berikut:

<https://megapolitan.kompas.com/read/2022/08/08/20425791/jakarta-terancam-tenggelam-pada-2050-akibat-eksploitasi-air-tanah>

Berdasarkan permasalahan tersebut, identifikasilah apa penyebab dari adanya permasalahan tersebut!

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Pertemuan 2

Perubahan Lingkungan

Nama Anggota Kelompok:

Cermatilah artikel dan permasalahan berikut ini. Jawablah sesuai dengan perintah dengan menggunakan pendekatan STEAM!

Technology



Bacalah artikel berikut:

<https://www.bbc.com/indonesia/articles/c8722p5pgrmo>

Berdasarkan kasus tersebut, solusi apa yang perlu dilakukan oleh pihak-pihak terkait maupun masyarakat setempat, untuk mengatasi permasalahan tersebut?

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

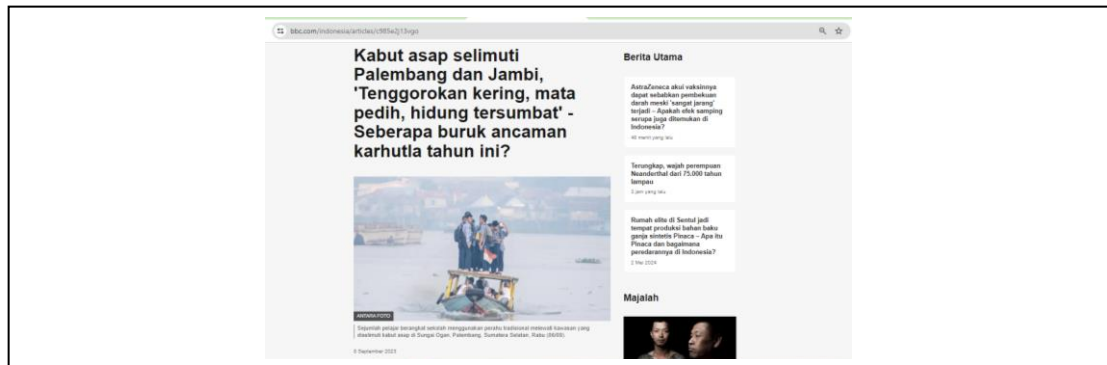
Pertemuan 2

Perubahan Lingkungan

Nama Anggota Kelompok:

Cermatilah artikel dan permasalahan berikut ini. Jawablah sesuai dengan perintah dengan menggunakan pendekatan STEAM!

Engineering



Bacalah Artikel Berikut: <https://www.mongabay.co.id/2023/09/28/kabut-asap-selimuti-palembang-kasus-iswa-meningkat/>

Berdasarkan permasalahan tersebut, rekayasa apa yang dapat digunakan untuk mengurangi kabut asap? Dan berapa waktu yang mampu digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut?

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK**Pertemuan 2****Perubahan Lingkungan****Nama Anggota Kelompok:**

Cermatilah artikel dan permasalahan berikut ini. Jawablah sesuai dengan perintah dengan menggunakan pendekatan STEAM!

Art

Global Warming merupakan salah satu contoh adanya perubahan lingkungan yang perlu segera untuk diatasi. Buatlah poster mengenai *global warming* sesuai dengan kreatifitas yang dimiliki oleh anda!

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK**Pertemuan 2****Perubahan Lingkungan****Nama Anggota Kelompok:**

Cermatilah artikel dan permasalahan berikut ini. Jawablah sesuai dengan perintah dengan menggunakan pendekatan STEAM!

Mathematic

Pencemaran air marak terjadi terutama pada kota-kota besar, hal ini dikarenakan limbah-limbah sering dibuang pada saluran maupun sumber perairan. Analisislah bagaimana pencemaran air limbah sampah plastic dilaut, apakah limbah sampah plastic di laut lebih banyak dari limbah sampah lainnya sehingga memerlukan pengolahan agar berkurangnya volume plastic tersebut? Dan sebutkan komposisi persenan sampah plastic di Indonesia pada tahun 2019?

Lampiran 10 Post Test Siklus 1 Dan Siklus 2

Post-Test Pertemuan 1

1. Apa yang anda pahami tentang perubahan lingkungan?
2. Ada berapa faktor yang mempengaruhi perubahan lingkungan? Jelaskan!
3. Menurut anda, dampak-dampak apa saja yang terjadi dari adanya perubahan lingkungan?

Post-Test Pertemuan 2

1. Penggunaan pestisida DDT sangat membahayakan makhluk hidup, termasuk manusia. Hal ini disebabkan oleh?
2. Apabila anda mengalami kondisi pencemaran tanah. Upaya apa yang akan anda lakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut?
3. Bagaimana pencemaran lingkungan dapat mempengaruhi kesehatan manusia, dan berikanlah contoh penanggulangan pencemaran lingkungan yang sesuai dengan pengetahuan anda?

Lampiran II Kisi-Kisi Pre Test

Kisi-kisi tes Kognitif Siklus 1			
Level Kognitif	No. Soal	Bentuk Soal	Soal
C4	1	Pilihan Ganda	Tingginya kadar karbon monoksida di udara dapat mengganggu kesehatan manusia terutama yang berkaitan dengan.. a. Pengikatan O ₂ oleh darah b. Penurunan Hb darah c. Efek rumah kaca d. Radang saluran pernapasan
C5	2	Pilihan Ganda	Polusi udara terutama disebabkan oleh senyawa karbondioksida, nitrogenoksida, belerang dan sebagainya. Adapun polusi udara yang disebabkan oleh pembakaran yang kurang sempurna adalah.... a. Debu b. Hidrokarbon c. NO ₂ d. CO ₂
C4	3	Pilihan Ganda	Apabila karbon dioksida di dalam ekosistem jumlahnya semakin berkurang, maka organisme yang pertama-tama akan mengalami dampak negative adalah... a. Pengurai b. Produsen c. Herbivora d. Karnivora
C4	4	Pilihan Ganda	Suatu lingkungan dapat dikatakan tercemar apabila sebagai berikut, kecuali... e. Ditemukan mikroorganisme yaitu bakteri dan jamur f. Kualitas dan kuantitasnya menurun g. Jumlah kadar polutannya melebihi ambang batas h. Berfungsi sesuai dengan fungsinya
C4	5	Pilihan Ganda	Peningkatan kadar gas karbondioksida di atmosfer yang berasal dari industry, kendaraan bermotor, dan pemukiman dapat menyebabkan... a. Penurunan suhu udara b. Kenaikan suhu udara c. Penurunan intensitas cahaya matahari Terjadinya proses fotosintesis
C3	6	Pilihan Ganda	Manusia adalah bagian dari lingkungan yang mempunyai kewajiban menjaga kelestarian hidup dan lingkungannya. Tindakan bijaksana yang dilakukan manusia adalah...

			<ul style="list-style-type: none"> a. Memelihara dan mengelola lingkungan secara terencana dan terkandali b. Mengusahakan tercapainya keselarasan dan keseimbangan lingkungan c. Menjaga tidak terjadinya peledakan penduduk <p>Menjaga tanaman tetap berfotosintesis</p>
C4	7	Pilihan Ganda	<p>Kerusakan hutan diebabkan oleh beberapa kegiatan manusia, antara lain pembelakan liar dan penambangan liar. Kerusakan hutan juga banyak terjadi akibat kebakaran hutan, alih fungsi hutan menjadi kebun kelapa sawit, pertambangan batu baru, dan penambangan emas liar. Cara mengatasi permasalahan tersebut adalah...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Membangun tanggul-tanggul di sepanjang aliran sungai b. Merevisi undang-undang tentang pencemaran c. Melarang usaha penambangan atau eksploitasi sumber daya alam d. Mengharuskan pabrik atau proyek melakukan analisis dampak lingkungan
C6	8	Pilihan Ganda	<p>Sampah organik di dalam sungai atau kolam menyebabkan kadar O₂ meningkat sehingga mengganggu kehidupan organisme di perairan. Usaha yang tepat adalah sampah organik itu sebaiknya...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Ditimbun di tempat tertentu b. Dikeringkan lalu dibakar c. Dijadikan pupuk kompos d. Dibuang pada saluran air
C5	9	Pilihan Ganda	<p>Pengelolaan secara biologis merupakan cara paling efektif menanggulangi limbah dari bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) karena....</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Membutuhkan waktu yang relatif singkat b. Biaya yang dibutuhkan relative murah c. Tidak menimbulkan limbah baru d. Meminimalisir dampak bagi lingkungan
C3	10	Pilihan Ganda	<p>Pencemaran sampah plastic dalam tanah mengurangi kemampuan daya dukung tanah juga merupakan polutan yang tidak dapat diuraikan. Sebagai upaya pengurangan yang dilakukan adalah...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Penyuluhan pada masyarakat agar tidak menggunakan plastic b. Penelitian cara penguraian plastic dalam tanah c. Penguraian produksi limbah d. Pendaaur ulang limbah plastic

Kisi-kisi Tes Kognitif Siklus 2

Level Kognitif	No Soal	Bentuk Soal	Soal
C4	1	Pilihan Ganda	Hujan asam dapat terjadi apabila atmosfer banyak mengandung gas... a. CO ₂ b. CO c. N ₂ d. SO ₂
C5	2	Pilihan Ganda	Naiknya kadar CO ₂ di atas 1% di udara, tidak akan menyebabkan naiknya aktivitas fotosintesis sebab hal tersebut akan mengakibatkan... a. Terganggunya proses fotolisis air b. Terganggunya reaksi gelap terang c. Menyempitnya stomata d. Sulitnya penyerapan air
C4	3	Pilihan Ganda	Peningkatan kadar gas karbondioksida di atmosfer yang berasal dari industri, kendaraan bermotor, dan pemukiman dapat menyebabkan... a. Penurunan suhu udara b. Kenaikan suhu udara c. Penurunan intensitas cahaya matahari d. Terjadinya hujan asam
C4	4	Pilihan Ganda	Polusi udara terutama disebabkan oleh senyawa seperti karbondioksida, nitrogen oksida, belerang, dan sebagainya. Adapun polusi udara yang disebabkan oleh pembakaran yang kurang sempurna adalah... a. Debu b. Hidrokarbon c. NO ₂ d. CO ₂
C4	5	Pilihan Ganda	Pencemaran air di teluk Minamata Jepang telah menyebabkan ratusan orang meninggal akibat mengkonsumsi ikan yang mengandung polutan logam berat... a. Pb (timbal) b. Mg (magnesium) c. Cd (cadium) d. Hg (merkuri)
C5	6	Pilihan Ganda	Para petani menggunakan pupuk dengan harapan tanaman menjadi subur. Namun penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menyebabkan... a. Terbunuhnya musuh alami hama

			<ul style="list-style-type: none"> b. Penyerapan unsur hara menjadi cepat c. Meningkatnya produktivitas tanah d. Tanaman menjadi kerdil dan daunnya mengering
C5	7	Pilihan Ganda	<p>Penggunaan kendaraan bermotor dan alat-alat yang mengandung CFC dapat mengakibatkan...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Peningkatan polutan biologi b. Peningkatan kadar CO₂ di atmosfer dan penipisan lapisan ozon c. Menurunnya kualitas udara bersih di hutan hujan tropis d. Menurunnya kadar oksigen di atas permukaan laut
C5	8	Pilihan Ganda	<p>Contoh limbah yang terdegradasi secara lambat adalah...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Plastik dan aluminium b. Kertas dan kain sutera c. Deterjen DDT d. Bangkai dan kotoran hewan
C3	9	Pilihan Ganda	<p>Upaya pengolahan limbah cair industri yang tidak tepat adalah...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Meminimalisir limbah b. Menerapkan metode penanganan sistem yang terpusat c. Langsung membuan limbah ke IPAL tanpa diolah terlebih dahulu d. Melakukan metode penanganan sistem setempat
C5	10	Pilihan Ganda	<p>Pabrik mesin mengoperasikan mesin dengan bahan bakar batu bara dan bahan bakar minyak. Harga batu bara lebih murah sehingga banyak dipilih oleh pabrik, tetapi menghasilkan emisi gas buangan lebih banyak dibandingkan bahan bakar minyak. Jika pabrik terus menerus menggunakan batu bara, yang akan terjadi adalah...</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Pembakaran batu bara menghasilkan gas karbon monoksida yang dapat meningkatkan suhu bumi b. Gas buangan karbondioksida menyebabkan terjadinya efek rumah kaca, sehingga suhu bumi meningkat c. Dihasilkan gas CFC yang akan menyebabkan penipisan lapisan ozon di atmosfer d. Gas nitrogen hasil pembakaran menyebabkan asfiksia pada manusia, khususnya manusia lanjut usia

*Lampiran 12 Asemen Penilaian***Asemen Penilaian****Lembar Observasi Peserta Didik**

Kelompok	Aspek Penilaian			Jumlah skor	Ket.	Nilai
	Kejelasan dan kedalaman hasil LKPD	Keaktifan dalam berdiskusi	Kemampuan Mengolah Informasi			
Kelompok 1 1. 2. 3. 4. 5.						
Kelompok 2 1. 2. 3. 4. 5.						
Kelompok 3 1. 2. 3. 4. 5.						
Kelompok 4 1. 2. 3. 4. 5.						
Kelompok 5 1. 2. 3. 4. 5.						

Rubrik Penilaian

Aspek Penilaian	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Kejelasan dan kedalaman hasil LKPD	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jawaban rumusan masalah lebih dari 2 poin 2. Jawaban rumusan masalah sesuai dengan konteks. 3. Jawaban rumusan masalah dikembangkan dengan bahasa yang mudah dipahami 	Hanya terlihat 2 indikator saja	Hanya terlihat 1 indikator saja	Indikator tidak terlihat
Keaktifan dalam berdiskusi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu memberikan pendapat dalam menyelesaikan LKPD 2. Berani memberikan saran dan masukan. 3. Mampu menyampaikan teori yang masuk akal 4. Berani bertanya kepada guru terkait informasi yang kurang jelas 	Hanya terlihat 2 indikator saja	Hanya terlihat 1 indikator saja	Indikator tidak terlihat
Kemampuan Mengolah Informasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informasi yang diolah sesuai dengan permasalahan 2. Terdapat lebih dari satu sumber literatur 3. Kemampuan mencari informasi menggunakan platform digital 	Hanya terlihat 2 indikator saja	Hanya terlihat 1 indikator saja	Tidak Terlihat

Guru Pengampu Mata Pelajaran

Mahasiswa

Biologi

SMA Negeri 1 Jiwan

Nurul Aini, S.PdMega Agustin Fajarwati

NIM. 2002111019

Lampiran 13 Angket Literasi Digital

NO	Pernyataan	STS	TS	KS	S	SS
1	Saya merasa percaya diri dalam menggunakan perangkat seluler untuk menyelesaikan tugas sehari-hari					
2	Saya dapat dengan mudah mengenali dan menavigasi berbagai apa itu <i>wordwall</i>					
3	Kemampuan saya dalam menggunakan aplikasi seluler membantu saya menyelesaikan tugas secara lebih efisien					
4	Saya mampu menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk menghasilkan ide-ide untuk menyelesaikan tugas pada LKPD berbasis STEAM					
5	Saya sering menemukan cara baru untuk menggunakan ide yang sudah dikenal dengan bantuan TIK					
6	Saya dapat mengubah ide yang dihasilkan melalui TIK menjadi jawaban atau proses yang diakui sebagai hal baru dalam bidang saya					
7	Saya mampu menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk mengembangkan jaringan sosial yang mendukung penyelesaian tugas saya berdasarkan pendekatan STEAM					
8	Saya dapat menggunakan TK untuk membuat keputusan bersama dengan tim secara efektif dan saling menghormati					
9	Saya merasa efektif bekerja dalam tim melalui TIK untuk bertukar informasi dan menegosiasikan kesepakatan untuk menyelesaikan tugas berbasis STEAM					
10	Saya mampu menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk menyampaikan informasi secara jelas kepada orang lain					
11	Saya dapat menggunakan TIK untuk mengkomunikasikan ide dan informasi dengan cara yang tepat dan bermakna untuk menyelesaikan LKPD berbasis STEAM					
12	Saya merasa percaya diri dalam mencari informasi yang relevan dai internet mengenai materi perubahan lingkungan					
13	Saya mampu menemukan informasi yang saya butuhkan dengan cepat dan efisien melalui internet untuk menyelesaikan LKPD berbasis STEAM					
14	Saya dapat memilah informasi dari internet untuk memastikan keakuratan dan relevansinya mengenai materi perubahan lingkungan untuk menyelesaikan LKPD berbasis STEAM					
15	Saya memastikan bahwa bukti yang cukup mendukung klaim sebelum saya mengkomunikasikan					

	informasi yang diperoleh melalui TIK untuk menyelesaikan LKPD berbasis STEAM					
16	Saya selalu menghormati nilai dan norma budaya lain saat menggunakan TIK					
17	Saya memahami pentingnya menjaga keamanan data pribadi saat menggunakan internet					
18	Saya selalu berhati-hati dalam membagikan informasi pribadi secara online untuk melindungi data saya					

Lampiran 14 Hasil LKPD Siklus 1

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Pertemuan 1

PERUBAHAN LINGKUNGAN

Nama Anggota Kelompok: Nakwan_atha_arifa (ketua)
 TM Gilang oktora tzy 73 @
 Ridho nur sholeh hasan
 M. Izaaz julian R

Bacalah artikel dan permasalahan berikut, dan kerjakan menggunakan pendekatan STEAM!

Technology

Bacalah artikel berikut:

<https://www.bbc.com/indonesia/articles/cye4prp6015o>

Berdasarkan permasalahan dari artikel tersebut, solusi apa yang dapat anda lakukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut?

- isu + dalam artikel tersebut dikatakan bahwa Sungai Citarum terkontaminasi oleh limbah Tinja Selama 5 Tahun, maka diterapkannya program Citarum Harum dengan cara membersihkan dan memanfaatkan Teknologi pada prosesnya
- Solusi + Solusi yang dapat diberlakukan dalam kasus ini adalah dengan Cara Pemanfaatan Teknologi sebagaimana pada artikel tersebut, ketika Sungai Citarum tercemar, maka akan meningkatkan parameter suspended Solid. yang kemudian mengendap di dasar bendungan. Hal ini diterapkan selama beberapa bulan bahkan tahun sehingga kotoran yang mengendap di bawah lebih mudah di ambil dan lambat laun membersihkan Sisi Sungai Citarum

kesimpulan + pembersihan Sungai Citarum di dukung oleh konsep STEAM
 "Technology" 100

*Lampiran 15 Hasil LKPD Siklus 2***LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK****Pertemuan 2****Perubahan Lingkungan****Nama Anggota Kelompok:**

1. SHINTA ANI APRILIANDITA (XB/17)
2. Vreylra Angelin (XB/22)
3. Adella Ayu C.P (XB/01)
4. Kayla Anggun S (XB/06)

Cermatilah artikel dan permasalahan berikut ini. Jawablah sesuai dengan perintah dengan menggunakan pendekatan STEAM!

Art

Global Warming merupakan salah satu contoh adanya perubahan lingkungan yang perlu segera untuk diatasi. Buatlah poster mengenai *global warming* sesuai dengan kreatifitas yang dimiliki oleh anda!



STOP GLOBAL WARMING

895

Lampiran 16 Nilai Hasil Prestasi Belajar Siklus 1

NO	NAMA	PRE-TEST	POST-TEST
1	Adella Ayu	50	65
2	Chantika Szaktya	70	75
3	Daniel Ajmal	70	60
4	Dayinta Dwi	60	75
5	Kayla Anggun	50	65
6	Muhammad Izaaz	60	95
7	Muhammad Rafi	60	65
8	Nadia Ingrid	50	70
9	Nakhwan Atha	80	60
10	Nur Cahyo Bagus	50	50
11	Ody Andra	60	60
12	Raffael Brilliant	70	50
13	Rafi Gilang	70	55
14	Ridho Nur	50	85
15	Shinta Ayu	50	90
16	Silvia Kartika	60	60
17	Trisanindya Ayudya	70	75
18	Vico Abrari	70	50
19	Vrecylia Angelin	30	55
20	Wilda Pablo	60	50
21	Yessica Devinta	40	90
22	Zahra Salsabila	50	75

Lampiran 17 Nilai Hasil Prestasi Belajar Siklus 2

No	Nama	Pre-Test	Post-Test
1	Adella Ayu	50	65
2	Chantika Szaktya	70	85
3	Daniel Ajmal	90	80
4	Dayinta Dwi	90	90
5	Kayla Anggun	50	65
6	Muhammad Izaaz	80	85
7	Muhammad Rafi	70	100
8	Nadia Inggrid	50	90
9	Nakhwan Atha	90	95
10	Nur Cahyo Bagus	60	80
11	Ody Andra	90	85
12	Raffael Brilliant	70	90
13	Rafi Gilang	70	85
14	Ridho Nur	90	90
15	Shinta Ayu	80	100
16	Silvia Kartika	90	90
17	Trisanindya Ayudya	60	85
18	Vico Abrari	80	80
19	Vrecylia Angelin	60	85
20	Wilda Pablo	70	100
21	Yessica Devinta	90	100
22	Zahra Salsabila	70	100

Lampiran 19 Rekap Angket Literasi Digital Pertemuan 2

NO	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3	14	15	16	17	18	Σ	Nilai	Keterangan		
1	Adella Ayu	1	1	2	3	3	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	59	65	Cukup Baik	
2	Chantika	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	73	81	Baik	
3	Daniel	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	90	100	Sangat Baik	
4	Dayinta	4	3	4	3	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	77	85	Baik	
5	Kayla	4	1	1	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	77	85	Baik	
6	M Izaaz	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	80	88	Sangat Baik	
7	M Rafi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	70	77	Baik	
8	Nadia	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	4	1	63	70	Baik	
9	Nakhwan	3	3	2	4	5	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	65	72	Baik	
10	Nurahyo	1	1	3	4	1	2	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	28	31	Sangat Tidak Baik	
11	Ody andra	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	90	100	Sangat Baik	
12	Raffael	3	3	2	2	4	3	3	3	4	5	5	3	4	4	4	5	4	3	64	71	Baik		
13	Rafi Gilang	3	4	4	5	5	5	4	4	3	4	2	3	3	4	4	4	4	4	3	68	75	Baik	
14	Ridho Nur	5	4	4	3	3	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	77	85	Baik		
15	Shinta Ayu	4	3	3	4	3	4	5	5	5	5	5	3	3	4	5	5	5	5	76	84	Baik		
16	Silvia	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	84	93	Sangat Baik		
17	Trisanindya	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72	80	Baik		
18	Vico abrari	5	5	5	5	5	5	1	4	4	4	1	4	4	3	1	3	4	1	64	71	Baik		
19	Vrecylia	4	3	3	2	4	3	5	5	4	3	2	3	4	3	3	4	5	3	63	70	Baik		
20	Wilda Pablo	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	89	98	Sangat Baik		
21	Yessica	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	84	93	Sangat Baik		
22	Zahra	5	2	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	2	4	4	65	72	Baik		
Jumlah Sangat Baik																						6	27%	
Jumlah Baik																						14	63%	
Jumlah Kurang Baik																						0	0%	
Jumlah Cukup Baik																						1	5%	
Jumlah Sangat Tidak Baik																						1	5%	

Lampiran 20 Dokumentasi Siklus 1 Dan Siklus 2

Siklus 1



Siklus 2



*Lampiran 21 Riwayat Hidup***RIWAYAT HIDUP**

Mega Agustin Fajarwati, adalah putri Tunggal dari Bapak Supriyanto dan Ibu Jasmi. Lahir di Ngawi pada tanggal 5 Agustus 2002. Tempat tinggal berada disalah satu desa yang ada di Kecamatan Karangrejo Kabupaten Magetan. Menempuh Pendidikan di SD Negeri 1 Pelem lulus pada tahun 2014, SMP Negeri 1 Karangrejo lulus tahun 2017, dan SMA Negeri 1 Karas lulus pada tahun 2020. Kemudian melanjutkan Pendidikan strata 1 di Universitas PGRI Madiun menempuh program studi Pendidikan Biologi.

Pernah menjadi bagian dari AMPIBI (Asosiasi Mahasiswa Pendidikan Biologi) Periode 2021-2023. Mengikuti UKM Pers Mahasiswa Edukasi pada tahun 2021-2022. Selain itu keahlian dalam bidang fotografi dan juga memiliki side-job sebagai fotografer. Memiliki hobi memasak, dance, manyanyi, membaca novel, dan olahraga.