

PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: d2bd5a49-43f1-4ab4-8913-84ab10f8bcf5
Laporan Akhir Penelitian: tahun ke-1 dari 3 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

PENGEMBANGAN KURIKULUM STEM PENDIDIKAN DASAR UNTUK MEMBEKALI PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN PESERTA DIDIK DALAM MENGHADAPI PANDEMIK DAN KRISIS PERUBAHAN IKLIM GLOBAL MENUJU MASYARAKAT TANGGUH DI ERA NEW NORMAL

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Sosial Humaniora, Seni Budaya, Pendidikan Penelitian Lapangan Dalam Negeri (Menengah)	Pendidikan	Teknologi pendidikan dan pembelajaran	Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (Sains)

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Kompetitif Nasional	Penelitian Terapan	SBK Riset Terapan	SBK Riset Terapan	5	3

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
ABDURRAHMAN Ketua Pengusul	Universitas Lampung	Pendidikan Fisika		5978273	11
HERVIN MAULINA S.Pd, M.Sc. Anggota Pengusul 1	Universitas Lampung	Pendidikan Fisika	Menyiapkan, mengorganisir, dan menganalisis instrumen penelitian serta mengorganisir mitra	6651167	0
ISMU SUKAMTO S.Pd, M.Pd Anggota Pengusul 2	Universitas Lampung	Pendidikan Guru Sekolah Dasar	Menyiapkan instrumen penelitian, mendesain bahan ajar, dan membuat RPP	6646252	0

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Pelaksana Penelitian	NANCY FOEDZTIDA RASYID SIREGAR
Mitra Calon Pengguna	MGMP IPA SMP Kab. Lampung selatan

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
1	Dokumen pendaftaran paten proses	Terbit nomor pendaftaran paten	

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
1	Artikel di Jurnal Nasional terakreditasi peringkat 1-3	Accepted	Jurnal Pendidikan Progresif

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

Total RAB 3 Tahun Rp. 485,387,200

Tahun 1 Total Rp. 189,612,600

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	Kertas HVS 80 gram	rim	30	57,000	1,710,000
Bahan	ATK	Kenko Pulpen Gel / Bolpoin Easy Gel 0.5Mm	box	10	28,000	280,000
Bahan	ATK	Snowman SPIDOL WHITE BOAR / PAPAN TULIS BG 12 Netral	lusin	10	70,000	700,000
Bahan	ATK	Harga SiDU Double Folio Bergaris 200 lembar 70 GSM	pack	30	36,000	1,080,000
Bahan	ATK	Buku Tulis Ekspedisi 1/2 Folio Hard Cover	buku	200	6,850	1,370,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
		PAPERLINE isi 100 Hardcover				
Bahan	ATK	Amplop Polos Panjang 90 PAPERLINE	box	10	17,000	170,000
Bahan	ATK	Clear holder / Document Keeper Felix f4/40 Imbr	lusin	6	204,000	1,224,000
Bahan	ATK	BANTEX Punchless Binder Folio [3302 10] - Black	pc	40	35,000	1,400,000
Bahan	ATK	PP42 1 set stabilo warna warni / stabilo 6 warna	pc	12	10,000	120,000
Bahan	ATK	Joyko pensil tulis	lusin	10	8,800	88,000
Bahan	ATK	Deli exam eraser soft 2B clean	lusin	2	15,000	30,000
Bahan	ATK	Buku Catatan Binder A5 Cover Kulit	pcs	50	56,900	2,845,000
Bahan	ATK	Odner Gobi Folio 8401 Besar	pcs	5	212,000	1,060,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Dataprint Tinta Printer Canon Warna DP 41 DP41 multi warna	pcs	5	32,160	160,800
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Dataprint Tinta Printer Canon Hitam DP 40 DP40	pcs	10	34,680	346,800
Bahan	Barang Persediaan	Simbadda CST 5000 N Speaker	pcs	1	465,000	465,000
Bahan	Barang Persediaan	SENNHEISER Headphone HD 206	pcs	4	379,000	1,516,000
Bahan	Barang Persediaan	Sandisk 128GB USB 2.0	pcs	4	250,000	1,000,000
Bahan	Barang Persediaan	Western Digital My Passport 2TB	pcs	2	1,075,000	2,150,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	3M Masker N95 9010 Particulate	box	3	400,000	1,200,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
		Respirator – Putih				
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	OneMed Aseptic Gel Hand Hygiene	botol	30	39,900	1,197,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	faceshield kacamata	pcs	30	20,000	600,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Hongyi Thermometer Infrared (Thermo-Gun)	pcs	2	450,000	900,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	HR analisis data survey penelitian	OK	3	750,000	2,250,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR Administratasi data survey penelitian	OK	3	500,000	1,500,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	HR survei lokasi penelitian	OJ	3	500,000	1,500,000
Pengumpulan Data	Transport	Transport Pelaksanaan FGD Tim Peneliti	OK	20	500,000	10,000,000
Pengumpulan Data	Transport	Transport Pelaksanaan FGD bagi Guru	OK	60	100,000	6,000,000
Pengumpulan Data	Uang Harian	Uang harian sekretariat peneliti	OJ	20	150,000	3,000,000
Pengumpulan Data	Penginapan	Sewa penginapan	OK	30	500,000	15,000,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	Uang harian rapat dalam kantor	OK	10	75,000	750,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi peserta FGD (guru)	OK	60	100,000	6,000,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	HR Tim IT dan Dokumentasi	OK	6	250,000	1,500,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	HR uji coba terbatas	OK	30	100,000	3,000,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa LCD Proyektor	keg	6	250,000	1,500,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa handycam	keg	6	250,000	1,500,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa soundsystem	keg	6	250,000	1,500,000
Sewa Peralatan	Ruang penunjang	Sewa aula	keg	8	1,000,000	8,000,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
	penelitian	pertemuan				
Sewa Peralatan	Transport penelitian	Sewa mobil	hari	20	1,000,000	20,000,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	HR Analisis data awal	OK	6	500,000	3,000,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	HR analisis survey google form	OK	2	500,000	1,000,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Biaya analisis sampel penelitian (siswa SMP di Propinsi Lampung)	OK	3	500,000	1,500,000
Analisis Data	Transport Lokal	HR Analisis data anggota peneliti	OK	6	500,000	3,000,000
Analisis Data	Transport Lokal	Transport anggota peneliti	OK	10	150,000	1,500,000
Analisis Data	Penginapan	Penginapan analisis data hasil penelitian akhir	OK	5	500,000	2,500,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	Konsumsi rapat anggota peneliti	OK	20	100,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	Konsumsi rapat koordinasi pembuatan laporan	OK	40	50,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Seminar nasional hasil penelitian	OK	1	2,500,000	2,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Seminar internasional hasil penelitian	OK	1	7,500,000	7,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	Publikasi pada jurnal nasional terindeks	artikel	2	2,500,000	5,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Publikasi pada jurnal internasional	artikel	1	20,000,000	20,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Pendaftaran HKI	produk	2	500,000	1,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya validasi instrumen penelitian	OK	10	500,000	5,000,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya validasi Bahan Ajar	OK	6	1,000,000	6,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya validasi RPP	OK	3	1,500,000	4,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya validasi asesmen evaluasi	OK	6	1,000,000	6,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Validasi program pembelajaran	OK	3	1,500,000	4,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya desain Bahan Ajar	Buku	1	2,000,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya validasi perangkat pembelajaran	produk	1	1,500,000	1,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Penyusunan bahan ajar	Buku	3	1,000,000	3,000,000

Tahun 2 Total Rp. 147,801,800

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	Buku Catatan Binder A5 Cover Kulit	pcs	20	56,900	1,138,000
Bahan	ATK	Deli exam eraser soft 2B clean	lusin	2	15,000	30,000
Bahan	ATK	BANTEX Punchless Binder Folio [3302 10] - Black	pcs	10	35,000	350,000
Bahan	ATK	Clear holder / Document Keeper Felix f4/40 Imbr	lusin	3	204,000	612,000
Bahan	ATK	Harga SiDU Double Folio Bergaris 200 lembar 70 GSM	pack	40	36,000	1,440,000
Bahan	ATK	Snowman SPIDOL WHITE	lusin	10	70,000	700,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
		BOAR / PAPAN TULIS BG 12 Netral				
Bahan	ATK	Kertas HVS 80 gram	rim	50	57,000	2,850,000
Bahan	ATK	SEAGATE Backup Plus SLIM USB 3.0 2TB - Black [STDR2000300]	pcs	2	1,199,000	2,398,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Dataprint Tinta Printer Canon Hitam	pcs	20	34,680	693,600
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Dataprint Tinta Printer Canon Warna DP 41 DP41 multi warna	pcs	20	32,160	643,200
Bahan	Barang Persediaan	Western Digital My Passport 2TB	pcs	2	1,075,000	2,150,000
Bahan	Barang Persediaan	3M Masker N95 9010 Particulate Respirator – Putih	box	3	400,000	1,200,000
Bahan	Barang Persediaan	OneMed Aseptic Gel Hand Hygiene	botol	30	39,900	1,197,000
Bahan	Barang Persediaan	faceshield kacamata	pcs	50	20,000	1,000,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Coaching pembantu peneliti (guru)	OK	2	2,500,000	5,000,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	HR video shooting	OK	6	150,000	900,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	HR Implementasi di Kelas	OK	6	250,000	1,500,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR administrasi data	OH	12	150,000	1,800,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR organisir instrumen penelitian	OH	12	150,000	1,800,000
Pengumpulan Data	Transport	Transport pembantu peneliti untuk implementasi	OK	12	50,000	600,000
Pengumpulan Data	Transport	Transport anggota peneliti	OK	10	250,000	2,500,000
Pengumpulan	Penginapan	Sewa	OK	10	500,000	5,000,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Data		penginapan				
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi anggota dan pembantu peneliti	OK	72	50,000	3,600,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa handycam	keg	6	250,000	1,500,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa LCD Proyektor	keg	6	250,000	1,500,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa mobil	OK	6	600,000	3,600,000
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	Sewa ruang pertemuan	keg	2	1,000,000	2,000,000
Sewa Peralatan	Transport penelitian	Sewa mobil	keg	4	750,000	3,000,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	Analisis data hasil uji coba asesmen lapangan	eks	24	150,000	3,600,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	Analisis data pretest	eks	100	50,000	5,000,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	Analisis data posttest	eks	100	50,000	5,000,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	Analisis data respon pengguna	eks	100	50,000	5,000,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	Analisis data efektivitas	eks	100	50,000	5,000,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	Analisis data antar variabel penelitian	keg	1	1,500,000	1,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Seminar nasional hasil penelitian	keg	2	1,500,000	3,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Seminar internasional hasil penelitian	keg	1	5,000,000	5,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	Publikasi artikel pada jurnal nasional	artikel	1	3,000,000	3,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Publikasi artikel pada jurnal internasional	artikel	2	20,000,000	40,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Pendaftaran paten	produk	2	1,500,000	3,000,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Validasi akhir program pemebelajaran	OK	4	2,000,000	8,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Pembuatan buku ajar	eks	2	5,000,000	10,000,000

Tahun 3 Total Rp. 147,972,800

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	Joyko pensil tulis	lusin	10	8,800	88,000
Bahan	ATK	Snowman SPIDOL WHITE BOAR / PAPAN TULIS BG 12 Netral	lusin	10	70,000	700,000
Bahan	ATK	Buku Catatan Binder A5 Cover Kulit	pcs	100	60,000	6,000,000
Bahan	ATK	SEAGATE Backup Plus SLIM USB 3.0 2TB - Black [STDR2000300]	pcs	2	1,199,000	2,398,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Dataprint Tinta Printer Canon Hitam DP 40 DP40	pcs	20	34,680	693,600
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Dataprint Tinta Printer Canon Warna DP 41 DP41 multi warna	pcs	20	32,160	643,200
Bahan	Barang Persediaan	3M Masker N95 9010 Particulate Respirator – Putih	box	3	400,000	1,200,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	HR pembenatu peneliti menyebarkan dan mangarsipkan kuesioner	OK	10	150,000	1,500,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR Administrasi diseminasi	OH	5	150,000	750,000
Pengumpulan Data	Transport	Transport peserta diseminasi	OK	100	100,000	10,000,000
Pengumpulan Data	Penginapan	Sewa penginapan	OH	10	500,000	5,000,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi peserta dan anggota penelitian diseminasi hasil	pack	100	100,000	10,000,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
		penelitian				
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	Sewa ruang pertemuan/ballroom diseminasi	keg	1	5,000,000	5,000,000
Sewa Peralatan	Transport penelitian	Transport peneliti	OK	10	250,000	2,500,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	Pengolah data pretest	OK	100	50,000	5,000,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	Pengolah data posttest	OK	100	50,000	5,000,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	Pengolah data respon dan persepsi guru	OK	100	50,000	5,000,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Analisis data pre dan posttest	OK	3	1,000,000	3,000,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Analisis data respon dan persepsi guru	OK	3	500,000	1,500,000
Analisis Data	Transport Lokal	Transport anggota peneliti	OK	10	150,000	1,500,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	Konsumsi rapat analisis data	OK	50	50,000	2,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	Konsumsi rapat penyusunan luaran penelitian	OK	50	50,000	2,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Seminar nasional hasil penelitian	keg	1	1,500,000	1,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Seminar internasional hasil penelitian	keg	1	5,000,000	5,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	Publikasi artikel pada jurnal nasional bereputasi	artikel	1	2,000,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Publikasi artikel pada jurnal internasional bereputasi	artikel	2	20,000,000	40,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Biaya proffread artikel	artikel	2	3,500,000	7,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Pembuatan dokumen uji cba produk	produk	1	5,000,000	5,000,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Tambahan						
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Penulisan dan penerbitan buku monograf	buku	2	7,500,000	15,000,000

6. HASIL PENELITIAN

A. RINGKASAN: Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

Saat ini, sistem pendidikan sains di seluruh dunia sangat membutuhkan penataan kurikulum, baik berupa pengembangan inovasi proses pembelajaran maupun asesmen yang akan memberdayakan siswa melakukan aktivitas yang mengadopsi kebiasaan berpikir ilmiah dalam berkontribusi menyelesaikan permasalahan global. Akhir-akhir ini secara global masyarakat dunia dihadapkan pada dua keadaan darurat kesehatan dan lingkungan yang bersumber dari pandemik dan krisis perubahan iklim. Pendidikan STEM yang menerapkan pendekatan interdisipliner-terintegrasi telah berkembang dan menjadi pusat reformasi kurikulum sains dunia, sangat berpotensi untuk dielaborasi secara kritis dalam menghadapi masalah global tersebut. Kurikulum nasional atau kurikulum 2013, telah menetapkan Pendidikan STEM sebagai salah satu pendekatan pembelajaran yang akan menopang pencapaian tujuan kurikulum nasional di semua level dan jenjang pendidikan. Namun, sampai saat ini belum ada pengembangan kurikulum STEM yang dielaborasi dalam bentuk program pembelajaran yang selain mengajak peserta didik menjadi ilmuwan masa depan terlibat dalam penalaran berbasis bukti dan pemikiran kritis tetapi juga menanamkan aspek kewarganegaraan yang berorientasi pada tindakan dan bertanggung jawab secara sosial dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan model kurikulum STEM pendidikan dasar untuk membekali pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam menghadapi pandemik dan krisis perubahan iklim. Sebagai upaya melatih peserta didik memiliki literasi dan keterampilan STEM untuk pendidikan yang berkelanjutan (sustainable) dalam menghadapi permasalahan global berupa pandemik dan krisis perubahan iklim, maka penelitian ini akan difokuskan pada target khusus berupa upaya: (1) mengembangkan program pembelajaran inovatif berbasis STEM education dalam konteks Interdisciplinary Learning Makerspace beserta perangkat pembelajaran IPA terpadu dengan model keterpaduan tematik-integratif baik untuk pembelajaran daring maupun luring; 2) meningkatkan kemampuan dan keterampilan abad 21 peserta didik melalui implementasikan STEM education dalam pembelajaran tematik terpadu IPA untuk menghadapi pandemik dan krisis perubahan iklim. Penelitian tahun 1 telah menghasilkan draft Kerangka kerja (framework) integrasi Pendidikan STEM untuk membangun literasi dan kompetensi STEM-Ethnopedagogy berbasis VUCA yang dirancang sebagai upaya mempersiapkan generasi tangguh di sekolah melalui pembelajaran berbasis masalah atau proyek dengan menerapkan teori designer, yaitu Design Thinking dan Engineering Design Process. Program pembelajaran berbasis STEM tersebut diperoleh melalui Focus Group Discussion (FGD) dan Cross Sectional Study. Program pembelajaran juga sudah diuji coba dalam skala terbatas. Hasil uji coba menunjukkan kerangka kerja (framework) integrasi Pendidikan STEM dalam pembelajaran berbasis problem/project based learning yang berorientasi pada konteks interdisciplinary ethnopedagogy potensial untuk dikembangkan dan disempurnakan pada tahap selanjutnya. Tahun kedua penelitian akan berfokus pada pelaksanaan pilot project (uji coba program pembelajaran dan perangkatnya), dan tahun ketiga adalah diseminasi program dan perangkat pembelajaran STEM learning approach yang sudah teruji validitasnya. Adapun target luaran dalam penelitian ini adalah Hak Cipta

model perangkat kurikulum STEM berupa program pembelajaran yang adaptif terhadap konteks pandemik dan krisis perubahan iklim global yang sesuai dengan Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) pada level 7. Selain itu juga akan ditargetkan luaran tambahan publikasi ilmiah pada jurnal internasional dan jurnal nasional terakreditasi atau prosiding internasional terindeks, dan menghasilkan dua buah buku monograf ber-ISBN

B. KATA KUNCI: Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

STEM Education; Interdisciplinary Learning Makerspace; Pandemi; Perubahan Iklim

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pada tahun pertama kegiatan penelitian yang dilakukan adalah studi pendahuluan untuk memperoleh data melalui survey dan Focus Group Discussion (FGD) serta menggali informasi mengenai peluang dan dampak pembelajaran STEM dalam menjawab permasalahan global seperti pandemik dan krisis iklim global. Data analisis kebutuhan ini akan digunakan sebagai dasar pengembangan Kurikulum. Adapun keterlibatan MGMP Kabupaten Lampung Selatan pada tahun pertama yaitu menjadi fasilitator dalam menghimpun guru-guru IPA dalam pelaksanaan penelitian. Selanjutnya, guru-guru IPA ini pada tahun ke-2 akan menjadi guru model dalam menerapkan kurikulum yang dikembangkan oleh peneliti.

Hasil yang didapatkan pada tahap awal penelitian tahun ke-1 yang diperoleh dari analisis kebutuhan guru-guru IPA di Kabupaten Lampung Selatan sebagai berikut:

- a) Sebanyak 46,15% sudah memahami mengenai karakteristik pembelajaran berbasis pendekatan STEM, dan 53,85% masih belum memahami.
- b) Sebanyak 23,10% sudah menerapkan pembelajaran berbasis pendekatan STEM, dan 76,90% belum menerapkan.
- c) Kendala yang dihadapi mengapa belum menerapkan pembelajaran berbasis pendekatan STEM adalah memikirkan ide mengaitkan materi dengan karakteristik STEM, kondisi siswa dan daya dukung sarana dan prasarana, membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pembelajaran serta siswa yang belum terlatih/terbiasa, cara untuk memancing keterampilan berpikir dalam membuat produk, mengaitkan ide yang sesuai dengan materi, media yang terbatas, pembelajaran yang dilaksanakan secara daring, kurangnya kesiapan perangkat pembelajaran berbasis STEM, kurangnya guru yang profesional dalam pengembangan STEM, dan keterbatasan waktu dalam pembelajaran daring.
- d) Produk yang dihasilkan oleh guru yang telah menerapkan pembelajaran berbasis pendekatan STEM adalah destilator sederhana, Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH), dan thermometer sederhana.
- e) Sebanyak 84,61% guru meyakini bahwa pembelajaran berbasis pendekatan STEM dapat membekali pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam menghadapi pandemik dan krisis perubahan Iklim Global dan 15,39% tidak tahu.
- f) Rata-rata tingkat keyakinan guru terhadap keberhasilan pembelajaran dengan pendekatan STEM terkategori "Yakin".
- g) Pembagian Kompetensi Inti (KI) dan Capaian Pembelajaran

Selain itu, hasil FGD terhadap guru diperoleh kesimpulan agar melakukan tindak lanjut untuk mengembangkan kurikulum STEM Pendidikan Dasar yang berorientasi terhadap produk-produk STEM Inovatif dengan bahan yang tersedia disekitar siswa dan mampu menyelesaikan permasalahan atau kebutuhan di Kabupaten Lampung Selatan. Kegiatan FGD dilakukan secara luring dengan peserta terbatas (Gambar 1). Guru-guru yang terlibat dalam kegiatan FGD merupakan perwakilan dari setiap daerah/kecamatan terutama *rural area*.



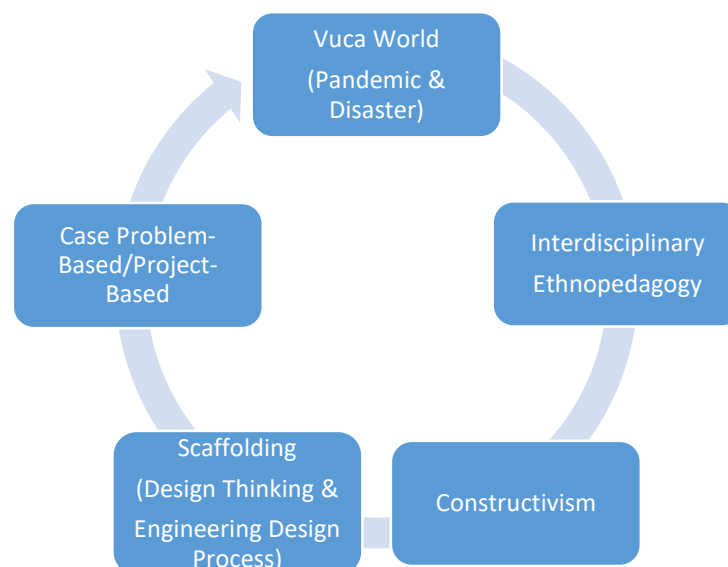
Gambar 1. Kegiatan FGD dengan Guru-Guru Lampung Selatan

Adapun kelengkapan dokumen kurikulum yang akan dihasilkan berupa Analisis Kompetensi Inti, Capaian Pembelajaran, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, Instrumen Penilaian, Modul Pembelajaran elektronik atau cetak, dan kerangka kerja STEM. Selain itu, harapan guru terhadap penelitian ini adalah:

- mensosialisasikan secara luas dan mengadakan bimbingan teknis/pelatihan bagi guru mengenai Pendekatan STEM
- Pengembangan ini dapat menjadi solusi bagi kebutuhan guru untuk membekali pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam menghadapi pandemi dan krisis perubahan iklim.
- Dapat menerapkan STEM dalam pembelajaran tatap muka terbatas.
- Melalui pengembangan kurikulum berbasis STEM untuk pendidikan dasar dapat membekali siswa dg pengetahuan, berpikir kritis, inovatif, dan mampu melakukan problem solving terhadap permasalahan yg dihadapi dalam proses belajar. Terutama dalam menghadapi pandemik ditengah krisis perubahan iklim global.

Berdasarkan survey cross-sectional kepada 300 orang guru, Focus Group Discussion, dan Wawancara, dan kajian literatur secara hipotetik dikembangkan sebuah kerangka Implementasi STEM Education berbasis Interdisiplin dalam konteks IPA terpadu dengan tagline SURVIVE (STEM Unit for Reducing Vulnerability using Interdisciplinary in VUCA Environments). Secara diagramatik kerangka kerja tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. Peneliti menekankan pengembangan STEM education untuk lingkungan VUCA karena situasi pandemic Covid-19 telah memunculkan lingkungan baru ini yang dimana kita harus berupaya untuk mentransformasikan pendidikan agar adaptif. Hasil dari FGD dan kajian literature juga mengarah pada satu kesimpulan dimana permasalahan pemilihan karier bagi siswa di masa depan juga akan menjadi tantangan, terutama dalam konteks profesional baru, seperti yang terlihat saat ini dengan revolusi industri 4.0 bagi siswa di bidang STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)[1]. Siswa tidak hanya membutuhkan keterampilan teknis dan akademik tetapi juga keterampilan dalam membuat keputusan [2,3] dalam situasi dan lingkungan yang kompleks, khususnya untuk menghadapi dunia yang lebih sering berubah-ubah/volatility, tidak pasti/uncertainty, kompleks/complexity, dan ambigu/ambiguity (VUCA) baik dalam situasi profesional maupun sosial. Sekolah harus mempertimbangkan hal tersebut sebagai kewajiban bersama dalam membantu siswa menemukan potensi terbaik dalam dirinya dan merangkul realitas pengambilan keputusan karir melalui pengembangan dan pengimplementasian kurikulum yang juga sejalan dengan upaya tersebut, sehingga dapat mempersiapkan siswa-siswa menjadi generasi yang tangguh di era yang kompleks saat ini.

Fenomena VUCA dapat dipandang dari sudut Chaos Theory sebagai kerangka teori dalam melihat dampak fenomena VUCA seperti COVID-19 yang merupakan manifestasi dari chaos/masalah [4]. Teori ini adalah cabang matematika yang berhubungan dengan sistem kompleks yang perilakunya sangat sensitif terhadap perubahan kecil dalam kondisi sehingga perubahan kecil dapat menimbulkan konsekuensi yang sangat besar. Mutasi virus yang menjadi COVID-19 terus bermutasi menjadi varian menciptakan kekacauan global yang mengganggu semua aktivitas manusia. Elemen kerangka kerja VUCA ditinjau oleh Bennet dan Lemoine: Secara singkat, "volatilitas" ditandai dengan perubahan yang sering dan tidak dapat diprediksi, "ketidakpastian" mengacu pada kurangnya pengetahuan tentang apakah suatu peristiwa akan menghasilkan perubahan yang signifikan, "kompleksitas" adalah adanya jaringan informasi dan prosedur yang saling berhubungan dan berbelit-belit, dan "ambiguitas" didefinisikan sebagai ketidakmampuan untuk memahami sebab dan akibat [5].



Gambar 2. Draft Conceptual Framework STEM Education di era VUCA

Kerangka kerja (framework) integrasi Pendidikan STEM untuk membangun literasi dan kompetensi STEM-Ethnopedagogy berbasis VUCA ini dirancang sebagai upaya mempersiapkan generasi tangguh di sekolah melalui pembelajaran berbasis masalah atau proyek dengan menerapkan teori designer, yaitu Design Thinking dan Engineering Design Process. Design thinking menurut Goldman, dan Kabayadond (2017) [6] didasarkan pada learning by doing yaitu belajar dengan melakukan. Belajar dari pengalaman yang dihasilkan langsung dari tindakan peserta didik sendiri berbeda dengan belajar dengan menonton orang lain, mendengarkan instruksi atau ceramah orang lain, dll [7]. *Design thinking* dalam penelitian ini dipandang sebagai suatu proses analitik dan kreatif yang melibatkan siswa dalam peluang untuk bereksperimen, membuat dan membuat prototipe model, mengumpulkan umpan balik, dan mendesain ulang. Sementara, *engineering design process* dalam kerangka model yang kami kembangkan dicirikan dengan beberapa karakteristik, diantaranya siswa harus dapat mendefinisikan masalah dan siswa dapat berpikir tentang banyak solusi alternative yang memungkinkan untuk memecahkan masalah. Satu hal lagi yang tak kalah penting adalah siswa harus mampu menentukan kriteria keberhasilan yang mengacu pada kebutuhan dan tujuan pemecahan masalah, kemudian siswa dapat dengan jelas memahami konsep sains yang menjadi pusat dari tantangan pemecahan masalah [8]. Jadi, draft kerangka model pengimplementasian *STEM education* yang kami kembangkan akan mengarahkan siswa dalam pembelajaran yang berbasis proyek dan masalah, dimana masalah atau kasus yang harus mereka pecahkan adalah masalah yang ada di lingkungan mereka. Siswa akan diarahkan untuk dapat memecahkan masalah dengan menggunakan tinjauan berbagai sudut pandang ilmu sains yang relevan secara terpadu.

Uji coba terbatas dari draft kerangka model yang kami kembangkan telah dilakukan oleh salah satu guru model dalam penelitian ini. Uji coba dilakukan pada 31 siswa sekolah menengah pertama pada topik Energi Terbarukan. Tantangan yang diberikan kepada siswa adalah adanya kelangkaan listrik di sebagian wilayah Indonesia, terutama di daerah-daerah terpencil menjadi salahsatu masalah nasional yang harus dipecahkan. Namun, ada peluang yang besar untuk mengatasi masalah itu, yakni sumber daya sungai yang tidak terbatas. Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro/Mikrohidro (PLTMH) yang telah dikembangkan baru bisa menjangkau rumah-rumah di beberapa desa. Sementara itu, masih banyak desa lainnya yang belum teraliri listrik. Potensi yang ada di lingkungan sekolah dan rumah tempat siswa tinggal adalah adanya sumber air di dataran yang lebih rendah yang sebenarnya dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Solusi yang dikembangkan oleh siswa adalah membuat suatu alat peraga Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTMH) dengan berbagai desain. Guru menetapkan tujuan pembelajaran yaitu melalui studi literasi, diskusi, observasi, dan eksperimen, siswa dapat mendeskripsikan prinsip kerja PLTMH, merancang, dan membuat purwarupa PLTMH yang optimum untuk mengatasi masalah keterbatasan energi listrik, berdasarkan hasil analisis hubungan dimensi kincir dan arus listrik yang dihasilkan, termasuk fotosintesis. Analisis pemetaan materi pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM terintegrasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Materi Pembelajaran STEM

SAINS	TEKNOLOGI
Faktual • Contoh sumber energi (air) Konseptual • Energi • Sumber energi • Energi potensial gravitasi • Energi listrik • Energi alternatif • Perubahan bentuk energi Prosedural • Pengukuran arus listrik • Proses pemecahan masalah tentang krisis energi • Langkah-langkah pembuatan PLTMH • Langkah-langkah ujicoba PLTMH • Langkah-langkah menyajikan data hubungan dimensi kincir dengan arus listrik yang dihasilkan Metakognitif • Pemilihan rancangan purwarupa PLTMH • Evaluasi desain purwarupa PLTMH	• PLTHM • Generator/Dinamo • Lampu LED • Multimeter/amperemeter • Internet untuk mencari informasi terkait teknologi PLTMH • Komputer untuk membuat tabel/grafik/diagram hasil pengamatan dan laporan pembuatan PLTMH, serta memanfaatkan laboratorium maya (PhET simulation)

REKAYASA • Merancang purwarupa PLTMH • Membuat purwarupa PLTMH • Melakukan ujicoba purwarupa PLTMH • Meredesain purwarupa PLTMH	MATEMATIKA • Menghitung skala dan dimensi PLTMH • Mengukur ketinggian sumber air dan debit air • Menentukan jarak antar baling-baling kincir PLTMH • Menentukan panjang baling-baling kincir PLTMH • Menentukan jumlah baling-baling kincir PLTMH • Membuat grafik/diagram hubungan antara dimensi kincir air dengan arus listrik yang dihasilkan PLTMH
---	---

Desain pembelajaran yang diterapkan oleh guru model dengan model project based learning secara garis besar ditampilkan pada Tabel 2. Pembelajaran dilaksanakan selama 3 x pertemuan secara daring dengan alokasi waktu masing-masing pertemuan 3 jam pelajaran.

Tabel 2. Desain Pembelajaran

Materi	Label Konsep dan Definisi Konsep	Science/Engineering Practices	Cross Cutting
• Energi	• Energi potensial gravitasi • Energi gerak • Energi listrik • Perubahan bentuk energi • Energi alternatif • PLTMH	• Menerapkan perubahan bentuk energi air pada PLTMH • Menganalisa kinerja PLTMH • Identifikasi masalah PLTMH yang telah dikembangkan • Merancang PLTMH sederhana • Menentukan alat dan bahan • Membuat PLTMH sesuai rancangan • Melakukan uji coba • Evaluasi hasil uji coba	• Skala, proporsi, dan kuantitas • Struktur dan fungsi • Sistem

Desain produk yang dihasilkan oleh siswa sangat bervariasi, sesuai dengan konsep *engineering design process* dalam pembelajaran sains, dimana siswa menemukan berbagai solusi alternatif dari permasalahan yang harus dipecahkan. Beberapa produk siswa dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Produk PLTMH Karya Siswa

Evaluasi hasil belajar kognitif peserta didik pada KD tersebut dilakukan dengan memberikan 10 soal tentang sumber energy terbarukan dan tak terbarukan, sumber energi alternatif, prinsip energi kinetik dan potensial pada PLTMH, dan prinsip kerja PLTMH. Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) yang telah ditetapkan dari kompetensi dasar yang dipilih adalah 70. Hasil analisis deskriptif dari data hasil belajar kognitif siswa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Statistik Deskriptif

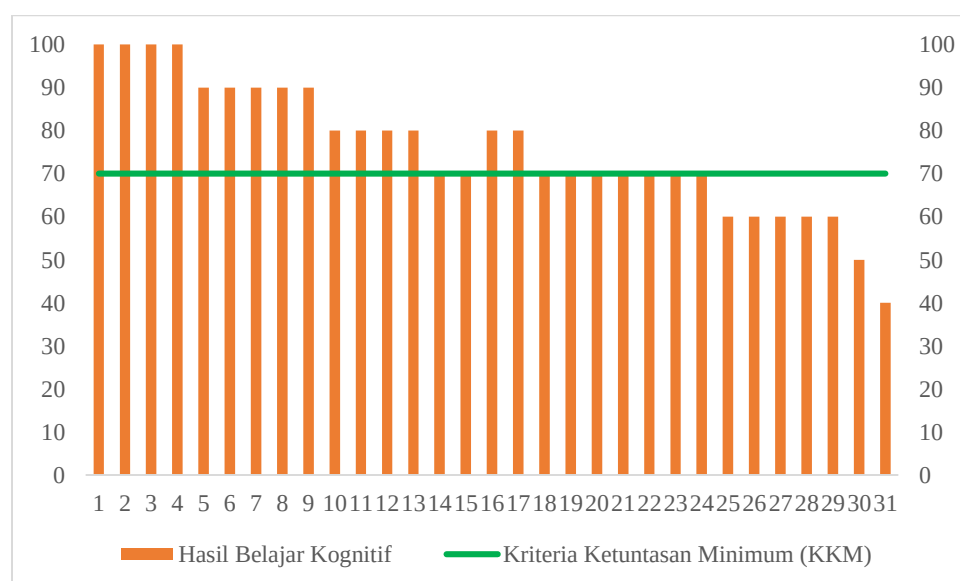
Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Hasil Belajar Kognitif	31	40.00	100.00	75.8065	15.22590
Valid N (listwise)	31				

Pengujian hipotesis dilakukan dengan analisis one sample t-test. Hasil analisis statistik ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Statistik Inferensial

One-Sample Test						
	Test Value = 70					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Hasil Belajar Kognitif	2.123	30	.042	5.80645	.2215	11.3914

Berdasarkan Tabel 4, oleh karena nilai signifikan (p-value) < 0,05 maka H_0 ditolak atau terima H_1 yang berarti rata-rata hasil belajar kognitif siswa mencapai nilai KKM yaitu lebih dari 70 atau desain pembelajaran yang diterapkan di dalam kelas dikatakan berhasil. Sebaran pemetaan pencapaian siswa yang mengacu pada KKM disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Belajar Kognitif Siswa

Berdasarkan Gambar 3, dapat diamati bahwa 9 siswa mencapai KKM dan 15 siswa berhasil melampaui KKM. Artinya, 77% siswa dikatakan tuntas dalam pembelajaran dengan menerapkan kerangka model yang kami kembangkan. Ketidaktuntasan 23% siswa dipengaruhi oleh kendala jaringan selama proses pembelajaran secara daring. Informasi ini diperoleh berdasarkan wawancara secara acak terhadap siswa yang tidak tuntas. Umpan balik yang diberikan oleh siswa terkait proses pembelajaran menunjukkan respon positif yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Feedback oleh siswa terhadap proses pembelajaran

Number of responses	31		
How fun was it? (out of 5)	5,00 out of 5		
Did you learn something?	93% Yes	7% No	
Do you recommend it?	95% Yes	5% No	
How do you feel?	92 % positif	8% neutral	0% negative

Berdasarkan Tabel 5, siswa menunjukkan ketertarikan yang baik dengan skor 5 dari skor maksimum 5. Siswa merasa bahwa mereka berhasil mempelajari topik Energi Terbarukan. Bahkan, hampir seluruh siswa merekomendasikan desain pembelajaran seperti yang diimplementasikan. Artinya, kerangka kerja (framework) integrasi Pendidikan STEM dalam pembelajaran berbasis problem/project based learning yang berorientasi pada konteks interdisciplinary ethnopedagogy memang potensial untuk dikembangkan dan disempurnakan pada tahap selanjutnya

D. **STATUS LUARAN:** Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan pada tahun pelaksanaan penelitian. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian luaran

Status luaran wajib:

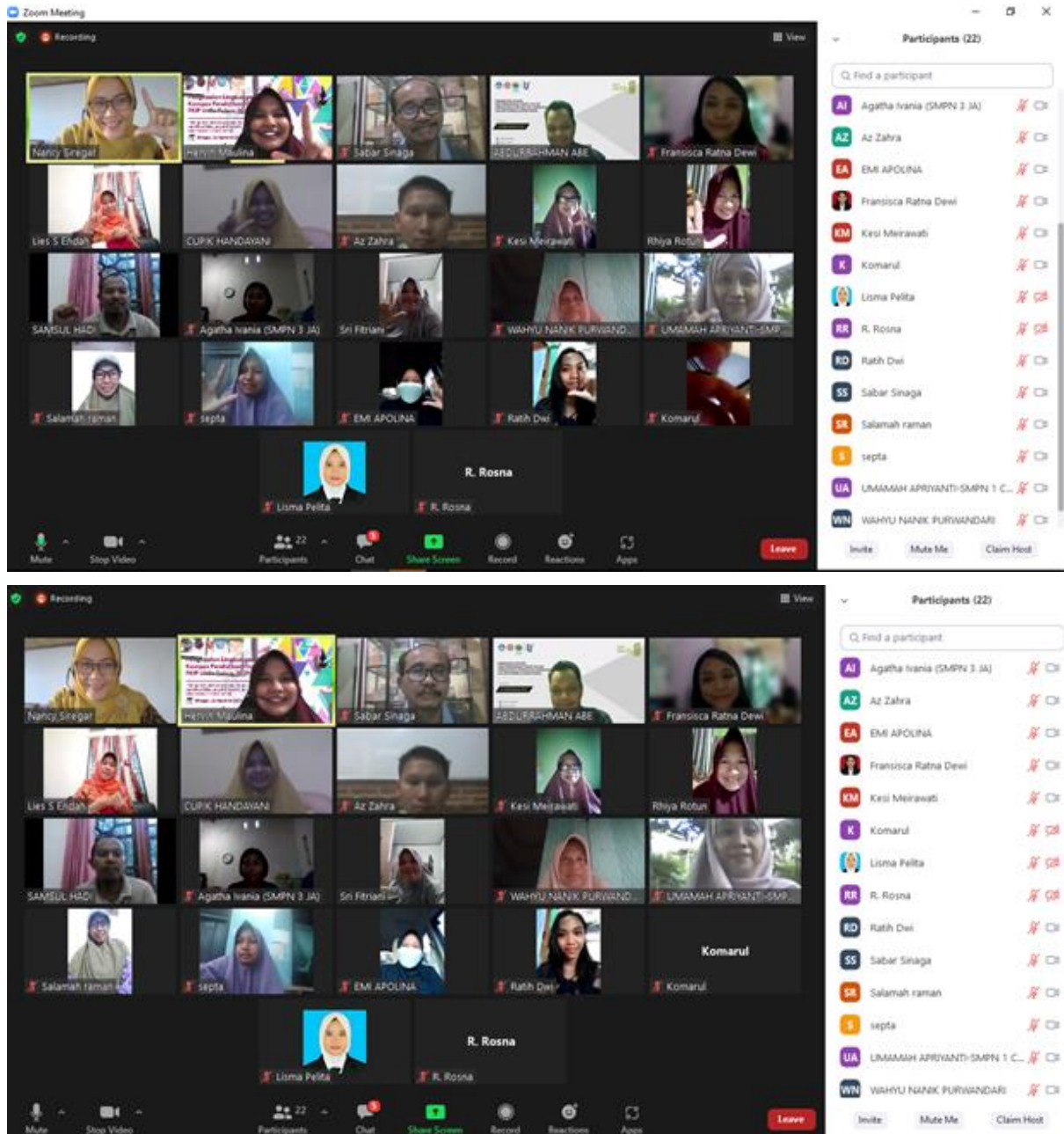
Produk luaran tambahan pada penelitian ini berupa draft paten proses berupa Kerangka Acuan Implementasi Pendekatan Pembelajaran berbasis STEM bagi Guru Pendidikan Dasar dalam konteks interdisciplinary learning makerspace dengan judul "SURVIVE (*STEM Unit for Reducing Vulnerability using Interdisciplinary in VUCA Environments*) [Gambar 1] dengan kelengkapan dokumen berupa rencana program pembelajaran (RPP) dan modul elektronik.

Status luaran tambahan:

Artikel telah disubmit pada Jurnal Pendidikan IPA Indonesia dengan judul "Science Teachers Struggles for Sustaining Undisrupted Learning During Covid-19 Outbreak in The Indonesia Rural Area: A Cross-Sectional Mixed Methods Exploration"

E. **PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (jika ada). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian mitra

Pada tahun pertama penelitian kegiatan yang dilakukan adalah melakukan studi pendahuluan untuk memperoleh data melalui survey dan FGD untuk menggali informasi mengenai peluang dan dampak pembelajaran STEM dalam menjawab permasalahan global seperti pandemik dan krisis iklim global. Data analisis kebutuhan ini akan digunakan sebagai dasar pengembangan Kurikulum. Adapun keterlibatan MGMP Kabupaten Lampung Selatan pada tahun pertama yaitu menjadi fasilitator dalam menghimpun guru-guru IPA dalam pelaksanaan penelitian. Selanjutnya, guru-guru IPA ini pada tahun ke-2 akan menjadi guru model dalam menerapkan kurikulum yang dikembangkan oleh peneliti. Di bawah ini merupakan FGD yang telah dilakukan pada tahap awal penelitian tahun ke-1.



F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala utama dalam penelitian ini adalah status pemberlakuan pembatasan kegiatan masyarakat (PPKM) di Provinsi Lampung yang hampir merata di seluruh kabupaten berada pada level 4. Hal ini mengakibatkan untuk sementara waktu beberapa agenda atau kegiatan penelitian dilakukan secara daring atau luring dengan peserta terbatas.

G. RENCANA TINDAK LANJUT PENELITIAN: Tuliskan dan uraikan rencana tindak lanjut penelitian selanjutnya dengan melihat hasil penelitian yang telah diperoleh. Jika ada target yang belum diselesaikan pada akhir tahun pelaksanaan penelitian, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai tersebut.

Tindak lanjut penelitian ini adalah membuat dokumen kelengkapan kerangka kerja hasil pengembangan program pembelajaran serta dokumen kelengkapan kurikulum untuk mengembangkan kurikulum STEM Pendidikan Dasar yang berorientasi terhadap produk-produk STEM Inovatif dengan bahan yang tersedia disekitar siswa dan mampu menyelesaikan permasalahan atau kebutuhan di Kabupaten Lampung Selatan. Adapun kelengkapan dokumen kurikulum yang akan dihasilkan berupa Analisis Kompetensi Inti, Capaian Pembelajaran, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, Instrumen Penilaian, Modul Pembelajaran elektronik atau cetak, dan kerangka kerja STEM. Selanjutnya, program pembelajaran yang telah dikembangkan dan dilengkapi dengan perangkat diimplementasikan pada skala yang lebih luas di beberapa sekolah sasaran.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Chelin, N., Matthiasdottir, G., Serreau, Y., Tudela, L., Rouvrais, S., & Jordan, K. (2019, July). To embrace career decision making in STEM education. In 11th International Conference on Education and New Learning Technologies (pp. 3058-3066). IATED.
2. Siegfried, R., Haraldur, A., Liliane, E., & Thordur, V. F. (2020, November). Decision Skills in Engineering Programs-a Key for a VUCA Era. In 2020 IFEEES World Engineering Education Forum-Global Engineering Deans Council (WEEF-GEDC) (pp. 1-5). IEEE.
3. Rouvrais, S., Haraldur, A., Esnault, L., & Thordur, V. F. (2020, November). Decision Skills in Engineering Programs-a Key for a VUCA Era. In WEEF/GEDC 2020: World Engineering Education Forum and the Global Engineering Deans Council.
4. Murugan, S., Rajavel, S., Aggarwal, A. K., & Singh, A. (2020). Volatility, uncertainty, complexity and ambiguity (VUCA) in context of the COVID-19 pandemic: Challenges and way forward. *International Journal of Health Systems and Implementation Research*, 4(2), 10-16.
5. Bennett, N.; and Lemoine, G.J. 2014. What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. *Bus. Horiz.* 57, 311–317.
6. Goldman, S., & Kabayadondo, Z. (2016). Taking design thinking to school: How the technology of design can transform teachers, learners, and classrooms (pp. 21-37). Routledge.
7. Reese, H. W. (2011). The learning-by-doing principle. *Behavioral development bulletin*, 17(1), 1.
8. Berland, L., Steingut, R., & Ko, P. (2014). High school student perceptions of the utility of the engineering design process: Creating opportunities to engage in engineering practices and apply math and science content. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 705-720.

Dokumen pendukung luaran Wajib #1

Luaran dijanjikan: Paten produk

Target: Terbit nomor pendaftaran paten sederhana

Dicapai: Draft

Dokumen wajib diunggah:

1. Dokumen Draft

Dokumen sudah diunggah:

1. Dokumen Draft

Dokumen belum diunggah:

- Sudah lengkap

SURVIVE
(STEM Unit for Reducing Vulnerability using Interdisciplinary in VUCA
Environments)
Panduan/Kerangka Kerja untuk Integrasi Pendekatan Interdisipliner STEM
dalam Pembelajaran Sains di Wilayah Risiko Bencana

SURVIVE (STEM Unit for Reducing Vulnerability using Interdisciplinary in VUCA Environments): A framework for integration Interdisciplinary approach in Science Education at Disaster Risk Area

A. PENDAHULUAN

Belakangan ini, IPA terpadu menjadi isu yang sedang hangat dibicarakan dalam menghadapi persoalan kehidupan manusia sehari-hari yang semakin kompleks. Hampir tiga dekade sejak munculnya kesadaran global tentang pentingnya kaum muda memiliki daya analitis dan praktis untuk memecahkan masalah yang kompleks, pengembangan kurikulum sains terpadu telah menjadi pilihan logis bagi komunitas pendidikan global (Drake dan Reid 2018; Hewitt et al.2013; Moradian dkk.2020). Kurikulum terpadu harus mengakomodir pikiran anak muda yang ingin tahu untuk tidak membedakan bidang mata pelajaran ketika mencoba mencari tahu tentang lingkungan dan mencoba berkontribusi untuk memecahkan masalah yang dihadapinya. Umumnya persoalan yang dihadapi bersifat interdisipliner, sehingga konsep sains terpadu yang menekankan sains secara keseluruhan, menyatukan mosaik bagian-bagian terpisah dari sains yang terpisah, akan menjadi senjata ampuh untuk solusi permasalahan tersebut (Harrell 2010; Mihaela Drghicescu dkk.2013).

Selain itu, pendidikan sains yang dirancang untuk mempersiapkan siswa memahami tantangan global dan berpartisipasi dalam kegiatan memecahkan masalah kehidupan sehari-hari telah berkembang terus menerus dalam pendekatan pembelajaran terpadu yang menghubungkan sains dengan berbagai bidang studi dan penerapannya. Reformasi kurikulum sains yang dimulai dengan kepedulian terhadap Nature of Science (NOS) mulai tahun 1960 telah mampu menginspirasi pengembangan kurikulum sains yang

terintegrasi secara cepat dan luas dengan tujuan utama membangun literasi sains (Abd-El-Khalick 2001; Klein 2006; McComas dan Olson 1998).

Selanjutnya kerangka pengembangan kurikulum sains dirancang dengan upaya mendekatkan generasi muda dengan produk teknologi, sehingga pendekatan pembelajaran dengan tema integrasi sains dan teknologi mulai dipopulerkan secara masif pada awal tahun 1990-an (Aikenhead, 1996); Aikenhead dan Jegede, 1999). Seiring dengan itu, perlunya perluasan dampak dari semua lapisan masyarakat terhadap program sains dengan tujuan agar semua warga memiliki literasi sains yang merata (Jidesjö et al. 2009; Lee, Miller, dan Januszyk, 2014) diikuti oleh keinginan menjadikan pembelajaran sains sebagai upaya membangun model kesadaran bernegara dan menjadi warga negara yang berkarakter baik dalam konteks sains untuk peradaban (Davies, 2004; Kolstø, 2008).

Di sisi lain, reformasi pendidikan IPA terpadu terus berkembang ke arah upaya perbaikan lingkungan yang semakin mengalami penurunan kadar yang berdampak pada kualitas hidup manusia, sehingga pendekatan pembelajaran IPA terpadu mengarah pada gerakan seputar IPS. Issues (SSI) (Chowdhury 2016; Sadler dan Zeidler 2009; Zeidler dan Sadler 2008), pendidikan sains untuk keberlanjutan, termasuk isu perubahan iklim dan pemanasan global (Bodzin dan Fu, 2014; Sharma, 2012; Zidny, Sjöström, dan Eilks 2020); perspektif Sains, Teknologi, Masyarakat dan Lingkungan (STSE) (Autieri, Amirshokohi, dan Kazempour 2016; Gresch, Hasselhorn, dan Bögeholz 2017), dan sejumlah perspektif sosiokultural untuk pendidikan sains (Zeidler 2016), dan membangun kekuatan yang tahan terhadap alam dan bencana non alam melalui integrasi sains dalam konteks kesadaran bencana dan literasi bencana (Li dan Li 2018; Mustadi dan Atmojo 2020; Oyao dkk. 2015).

Pengembangan selanjutnya, IPA terpadu mulai diarahkan pada penyiapan generasi muda yang memiliki beberapa kemampuan untuk mengantisipasi tantangan kemajuan abad 21 dalam konteks revolusi industri 4.0 dan masyarakat 5.0. Kemajuan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang pesat ini membentuk cara berpikir dan berpikir manusia untuk memiliki banyak kemampuan untuk membangun kearifan literasi digital selama

lebih dari tiga dekade, terutama dalam proses belajar mengajar sains. Oleh karena itu, kehadiran teknologi pendidikan ini dengan menjanjikan akses yang lebih luas di semua tingkatan sekolah telah menunjukkan potensi peran yang sangat penting dalam merancang reformasi kurikulum IPA terpadu. Secara khusus, TIK telah memfasilitasi generasi muda untuk melakukan penyelidikan empiris baik di dalam maupun di luar kelas melalui bantuan berbagai akses sumber daya internet dan perangkat teknologi digital lainnya yang mendukung pembelajaran mobile untuk mencapai hasil belajar dan memajukan kesejahteraan bangsanya. epni, Taş, dan Köse, 2006; OECD, 2004; Skryabin et al., 2015; UNESCO, 2008).

Lebih lanjut, tantangan tersebut memunculkan pendekatan pembelajaran Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM), yang saat ini sedang menjadi tren dalam isu pembelajaran sains di seluruh dunia (Bybee, 2013; Drake dan Reid, 2018; Takeuchi et al. , 2020). Pendekatan pendidikan STEM telah membawa pendidikan Sains untuk bergerak melampaui konteks interdisipliner bahkan multidisiplin yang mengarah pada sains tanpa batas yang selama beberapa dekade terakhir telah dimulai dengan munculnya beberapa studi di mana sains telah melintasi batas-batas lintas disiplin IPA dan budaya. Finardi dan Archanjo, 2018; Khalili et al., 2013; Mcmanus dan Nobre, 2017). Bahkan saat pandemi COVID-19 melanda dunia saat ini, sains terpadu dan di luarnya menjadi salah satu sarana pengetahuan yang berpotensi mengurangi dampak risiko infeksi virus. Selain itu, fenomena tersebut menginspirasi budaya baru yang lebih cerdas dan bijaksana bagi generasi mendatang dalam berinteraksi dengan alam semesta untuk kehidupan manusia yang lebih bermartabat (Clark et al. 2020; Moradian et al. 2020; Mustafa 2020).

Selanjutnya, tujuan utama bab ini adalah untuk mendeskripsikan perkembangan kurikulum IPA terpadu dan dampaknya terhadap kehidupan masyarakat dunia. Indonesia, negara dengan berbagai keunikannya, merupakan bagian integral dari kemajuan kurikulum sains. Kurikulum IPA terpadu di Indonesia menjadi bagian menarik dari pembahasan terkait penerapan di mana letak geografis Indonesia yang rawan bencana

alam, juga tidak terlepas dari ancaman kejadian tak terduga lainnya seperti penyakit novel coronavirus (Covid-19).

B. IPA TERPADU DALAM KONTEKS INTERDISIPLIN ILMU PENGETAHUAN

Ketertarikan pada inovasi belajar mengajar IPA terpadu telah berkembang pesat sejalan dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini juga menjadi gerakan internasional ilmuwan dan pakar pendidikan sains yang juga disambut dengan antusias oleh organisasi pendidikan guru profesional di seluruh dunia mulai awal 1960-an. Pendekatan proses Sains, adalah proyek pertama dan terbesar yang diusulkan oleh American Association for the Advancement of Science (AAAS) mulai tahun 1963 (Haggis dan Adey, 1979). Selain itu, UNESCO telah memainkan peran penting dalam mempopulerkan sifat ilmu terpadu dan implementasinya di seluruh dunia. Sejak simposium internasional pertama pada tahun 1967 yang diselenggarakan oleh UNESCO, ilmu terpadu terus berkembang di berbagai negara. Pada tahun 1968, UNESCO bekerja sama dengan Committee on the Teaching of Science (CTS) dan International Council of Scientific Unions (ICSU) menyelenggarakan konferensi internasional tentang pendidikan sains terpadu di Droujba, Bulgaria. Konferensi ini telah menghasilkan 15 kesimpulan dan rekomendasi berupa pedoman dan sejumlah gagasan dalam mengembangkan pendidikan sains terpadu (Chisman, 1990). Hingga saat ini, gagasan dan arahan tersebut menjadi pedoman utama oleh hampir semua negara di dunia dalam melakukan sejumlah inovasi dan pengembangan pendekatan pendidikan sains terpadu.

Selanjutnya pada tahun 1973, Federation for Unified Science Education (FUSE) di Amerika Serikat menyelenggarakan konferensi New Trends in Teacher Education for Integrated Sciences yang disponsori oleh International Council of Scientific Unions (ICSU), yang diadakan di University of Maryland. Konferensi ini telah menghasilkan sejumlah inovasi dalam model pengembangan pelatihan guru dan menemukan berbagai alternatif pemecahan masalah pendidikan seputar ilmu terpadu (Lockard, 1975). Pada tahun yang sama, dua Simposium diadakan di Christian Albrechts University di Kiel, Jerman Barat, yang disponsori oleh Institute of Pedagogic fur der Naturwissenschaften. Dukungan organisasi-organisasi ini terus berkembang dalam bentuk standar pendidikan

sains yang terintegrasi untuk memenuhi kebutuhan pendidikan modern di seluruh belahan dunia (Millar 1981).

Pada tahun 1975, diadakan lagi simposium internasional di Oxford, Inggris, khususnya membahas penilaian dan evaluasi pendidikan sains terpadu yang dilanjutkan dengan konferensi internasional dengan tema *Integrated Science Education Worldwide Collaboration* between ICASE (*The International Confederation of Associations for Science Education*) dan NVON (*Dutch Science Teachers Association*) yang diadakan di Nijmegen, Belanda pada tahun 1978, dengan sejumlah rekomendasi untuk mengembangkan pendidikan sains terpadu dalam konteks kehidupan yang lebih luas (Haggis dan Adey, 1979). Sampai awal tahun 90-an, fokus kajian kurikulum IPA terpadu masih terfokus pada penguasaan konten, pembentukan sikap ilmiah, dan keterampilan proses sains, serta konteks dengan tema penyatuan dari bidang Fisika, Kimia, Biologi, Ilmu Kebumihan, dan Astronomi. Hewitt et al., 2013).

Selanjutnya, dalam konteks evaluasi 20 tahun perjalanan kurikulum IPA terpadu yang dimulai secara masif sejak rekomendasi Konferensi Droujba 1968, konsep dan implementasi kurikulum terpadu berhasil dikembangkan dan diproduksi secara progresif. Pertengahan tahun 1989, fokus pengembangan pada aspek lingkungan dan konsentrasi yang lebih tinggi pada pemenuhan kebutuhan kerja profesional di negara berkembang menjadi sorotan utama dari hasil implementasi kurikulum terpadu ini. Selanjutnya, saat ini peran pemodelan matematika mulai dibahas untuk memperkaya dan memecahkan masalah dalam sejumlah tema sains terpadu kontekstual, termasuk isu ekologi yang mulai menjadi trending issue saat itu (Frey, 1989; Hewitt dkk., 2013).

Kurikulum IPA terpadu telah mendapat banyak dukungan dari berbagai pihak. Dukungan yang ditujukan tidak hanya memberikan pengalaman belajar yang bermakna untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman konsep tetapi juga keterampilan untuk melakukan proses dan produk ilmiah yang sangat berguna dalam kehidupan sehari-hari sebagai hasil latihan berpikir tingkat tinggi (Drake dan Reid, 2018; Weinstein, 2008). Dasar inti penerapan kurikulum IPA terpadu secara masif di seluruh tatanan global adalah untuk mereduksi pandangan sempit siswa tentang hakikat alam semesta. Fenomena alam semesta tidak dapat dijelaskan secara memadai oleh satu pengetahuan tunggal sehingga pengetahuan lintas disiplin akan memberikan solusi yang lebih akurat dan akan

memberikan pemahaman yang lebih komprehensif dan presentasi yang lebih efisien dalam proses pembelajaran (Clark et al., 2020; Harrell, 2010).

Pengembangan IPA terpadu tidak hanya diarahkan pada sekadar belajar tentang IPA dalam arti sempit tetapi juga menekankan pada pembangunan pengalaman dalam memecahkan masalah yang kompleks. Upaya ini melibatkan unsur-unsur bidang keilmuan secara berkesinambungan dengan konsep dan produk keilmuan yang semakin canggih dalam konteks literasi sains (SL). Siswa tidak bisa lagi menghafal serangkaian fakta untuk lulus ujian. Mereka harus menjadi pembelajar seumur hidup yang dapat mengelola dan memahami sejumlah besar data, dan mampu memecahkan masalah yang kompleks pada saat itu. Oleh karena itu, selama hampir 30 tahun sejak kurikulum sains terpadu diperkenalkan ke masyarakat global, semua literatur yang mendefinisikan literasi sains menekankan pentingnya memahami hakikat sains dan pengetahuan ilmiah (AAAS, 1989; Abd-El-Khalick dan Lederman, 2000; Collette dan Chiappetta, 1984; NRC, 2000).

Selain itu, mereka harus dapat membedakan antara informasi yang relevan dan dapat diandalkan serta fakta alternatif yang dirancang untuk membangun kemampuan penalaran. Dengan demikian, sains terpadu dapat mendorong mereka untuk menjadi pemikir kreatif yang mampu berinovasi di dunia yang menawarkan akses terbuka terhadap pengetahuan yang disajikan dalam tema-tema utama fenomena alam dalam kehidupan sehari-hari dalam konteks Nature of Science (NOS) (Clark dkk., 2020; Harrell, 2010; Stinson dkk., 2009). Seperti dilansir Roberts (2007), awal dari ide pengembangan IPA terpadu di semua jenjang pendidikan, visi IPA terpadu terus diperluas hingga Literasi Ilmiah ke dalam konteks yang lebih luas. Misalnya, (Roth dan Barton, 2004) perspektif baru tentang pandangan kolektif literasi sains dalam perspektif komunitas di mana individu mengajukan kontribusi dan perspektif orisinal untuk memikul isu-isu sosio-ilmiah. Ada beberapa penelitian yang meneliti efektivitas konsep dan implementasi pendidikan sains. Kerangka isu sosio-sains berkembang pesat dengan orientasi tidak hanya penting untuk memperoleh pengetahuan sains baru tetapi juga berguna untuk membangun karakter (Zeidler dan Sadler, 2008). Lebih lanjut, wacana sosio-sains tidak hanya merepresentasikan mode pemahaman dan keterampilan siswa tetapi juga panduan

dalam memecahkan masalah yang terkait dengan masalah isu-isu sosio-ilmiah (Zeidler et al., 2009).

Untuk mengevaluasi sejauh mana program dan kebijakan penerapan kurikulum sains terpadu mendukung pencapaian literasi sains generasi muda, pada tahun 1997, Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) mengembangkan program penilaian literasi sains internasional yang dikenal sebagai Program untuk Penilaian Pelajar Internasional (PISA). Fokus utama penilaian adalah untuk mengukur kinerja pemerolehan warga usia 15 tahun dalam literasi membaca, matematika, dan sains (OECD, 2000). Sebelumnya, pada awal tahun 1996, International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) menyelenggarakan program Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) yang fokus pada pelaksanaan asesmen untuk mengukur kemampuan matematis dan ilmiah remaja di seluruh dunia. (Martin, Gregory, dan Stemler, 2000). Hingga saat ini, PISA dan TIMSS masih digunakan sebagai acuan keberhasilan implementasi kurikulum sains terintegrasi di semua negara di dunia yang secara aktif mengikutsertakan generasi muda dalam survei internasional (Anderson et al., 2019; Ikeda dan Echazarra, 2020; Schleicher, 2019).

Sejak tahun 1945, kurikulum nasional Indonesia telah mengalami beberapa perubahan yang umumnya dikaitkan dengan tahun dikeluarkannya, yaitu kurikulum 1947, 1952, 1964, 1968, 1975, 1984, 1994, 2004, 2006, dan 2013. Konteks periodisitas reformasi kurikulum dalam kurikulum nasional dapat dipetakan ke dalam enam periode, yaitu: (1) Kurikulum 1975; (2) kurikulum 1986; (3) kurikulum 1994; (4) kurikulum 2004 atau kurikulum berbasis kompetensi; (5) Kurikulum 2016 berbasis satuan pendidikan yang mengacu pada Standar Nasional Pendidikan, dan (6) Kurikulum 2013 atau kurikulum nasional (Prihantoro, 2014; Saud dan Johnston, 2006; Winarno et al., 2020). Diagram berikut pada Gambar 1 menunjukkan kronologi perkembangan kurikulum di Indonesia. Penjabaran kurikulum yang lebih rinci, tertuang dalam kebijakan dan standar kurikulum IPA terpadu Indonesia mulai dari kurikulum 1975 sampai dengan kurikulum 1994 dengan orientasi inkuiri ilmiah yang mengacu pada Standar Pendidikan Sains yang dikeluarkan oleh Standar Nasional Pendidikan Sains (Saud dan Johnston, 2006; Winarno dkk., 2020).

Selanjutnya pada fase ini pula, reformasi kurikulum IPA ditandai dengan kegiatan *hands-on* berdasarkan kegiatan pembelajaran baik di tingkat pendidikan dasar maupun menengah (Thair dan Treagust, 1999). Kegiatan praktis yang berkembang dalam kajian sains di Indonesia saat itu menjadi primadona seiring dengan reformasi kurikulum keilmuan di hampir semua negara berkembang, terutama di kawasan Asia Tenggara (Kahn, 1990; Walberg, 1991).

Gambar 1. Diagram representasi peta reformasi kurikulum Indonesia

Pada periode berikutnya, kurikulum 2004 dan 2006, reformasi kurikulum IPA di Indonesia bertumpu pada pengembangan keterampilan proses sains dengan tema umum “Cara Belajar Siswa Aktif (CBSA)”, yaitu pembelajaran sains inovatif yang berpusat pada siswa dengan pendekatan pembelajaran aktif dalam konteks standar pendidikan sains (Mintzes, 2006; Ueckert dan Gess-Newsome, 2008). Salah satu program pendukung utama periode ini adalah munculnya Science Quality Improvement Project (SEQIP). Proyek ini merupakan program kerjasama antara pemerintah Indonesia dan Jerman, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains terpadu di tingkat pendidikan dasar (Cannon, 2017; Cassimon, Essers, dan Renard, 2011). Proyek ini telah mampu mendorong generasi muda Indonesia untuk lebih termotivasi dan tertarik mempelajari sains dan secara signifikan mendongkrak prestasi siswa Indonesia dalam survei literasi internasional, seperti skor PISA, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

C. PENDIDIKAN STEM

STEM awalnya bernama SMET yang merupakan singkatan dari Sains, Matematika, *Enjineering*, dan Teknologi (Sanders, 2009). Reeve (2013) mengadopsi definisi STEM sebagai pendekatan interdisiplin pada pembelajaran, yang di dalamnya peserta didik menggunakan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dalam konteks nyata yang menghubungkan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global, sehingga mampu mengembangkan literasi STEM dari peserta didik agar dapat bersaing dalam era ekonomi baru yang berbasis pengetahuan.

Beberapa definisi dari STEM berbeda bergantung dari berbagai sudut pandang kepentingan dari masing-masing pihak. Sanders (2009) menjelaskan bahwa STEM sebagai pendekatan yang mengeksplorasi pembelajaran diantara dua atau lebih bidang subyek STEM. Tsupros (2009) menjelaskan bahwa STEM sebagai pendekatan interdisiplin pada pembelajaran dengan menggunakan sains, teknologi, teknik dan matematika dalam keadaan nyata yang menghubungkan antara sekolah, dunia kerja dan dunia global sehingga mampu mengembangkan literasi STEM yang memungkinkan peserta didik bersaing dalam era ekonomi. Brown, dkk.(2011) menjelaskan bahwa STEM adalah meta-disiplin di tingkat sekolah dimana guru sains, teknologi, teknik, dan matematika mengajar pendekatan terpadu dan masing-masing tidak terbagi-bagi tapi ditangani dan diperlakukan sebagai satu kesatuan yang dinamis. Kelley *et al* (2016) menjelaskan bahwa STEM sebagai pendekatan untuk mengajar dua atau lebih bidang STEM dengan melibatkan praktek STEM agar dapat meningkatkan pembelajaran siswa.

Torlakson (2014) menjelaskan definisi dari empat aspek STEM yaitu:

1. Sains adalah kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran, sebagai wahana untuk menjelaskan secara obyektif alam yang selalu berubah, atau berkaitan dengan alam untuk memahami alam semesta yang merupakan dasar dari teknologi.
2. Teknologi adalah tentang inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia, sehingga membuat kehidupan menjadi lebih baik dan lebih aman, atau memodifikasi segala sesuatu yang alamiah untuk memenuhi kebutuhan manusia.
3. *Engineering* adalah pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah, ekonomi, sosial, serta praktis untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan, atau aplikasi kreatif dari prinsip sains untuk merancang atau mengembangkan rangka mesin, alat-alat suatu proses produksi dalam membuat rancangan yang telah dibuat berdasarkan berbagai perkembangan seperti ekonomi dan keselamatan.

4. Matematika adalah studi tentang pola-pola dan hubungan-hubungan antara jumlah, angka dan ruang dan menyediakan bahasa bagi teknologi, sains, dan *engineering* atau merupakan ilmu yang mempelajari keteraturan pola dan hubungannya.

Berdasarkan definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran STEM adalah pembelajaran yang mengintegrasikan antara sains, teknologi, *engineering* dan matematika untuk mengembangkan kreativitas siswa melalui proses pemecahan masalah kehidupan sehari-hari.

Tiga metode pendekatan mengajar dalam mengajarkan sains menggunakan STEM yang dikembangkan oleh Roberts dan Cantu (2012) yaitu metode pendekatan silo (terpisah), pendekatan *embedded* (tertanam), dan pendekatan integrasi (terpadu). Perbedaan antara masing-masing metode dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Pendekatan Silo (terpisah)

Pendekatan silo mengacu pada instruksi terisolasi, dimana masing-masing mata pelajaran STEM diajarkan secara terpisah atau individu (Dugger, 2010). Penekanan pada pembelajaran pada pendekatan ini terletak pada perolehan pengetahuan dibandingkan dengan kemampuan teknis. Pendekatan ini mencirikan sebagai pembelajaran yang didorong oleh guru. Siswa disediakan sedikit kesempatan untuk “belajar untuk berbuat” tetapi diajarkan apa yang mereka harus tahu (Marisson, 2006). Tujuan pembelajaran STEM menggunakan pendekatan Silo adalah untuk meningkatkan pengetahuan yang menghasilkan penilaian.

2. Pendekatan *Embedded* (Tertanam)

Pembelajaran STEM dengan pendekatan *embedded* didefinisikan sebagai pendekatan pendidikan di mana domain pengetahuan dapat diperoleh melalui penekanan pada situasi dunia nyata dan teknik pemecahan masalah dalam konteks sosial, budaya, dan fungsional (Winarni et al, 2001). Pendekatan *embedded* dalam STEM lebih menekankan untuk mempertahankan integritas dari subjek pelajaran, bukan pada interdisiplin mata pelajaran. Pendekatan ini hampir mirip seperti pendekatan silo, perbedaannya adalah pada pendekatan *embedded* meningkatkan pembelajaran dengan menghubungkan materi utama dengan materi lain yang tidak

diutamakan atau materi yang tertanam dan materi yang tertanam tersebut dirancang untuk tidak dievaluasi atau tidak dinilai.

3. Pendekatan Integrasi (Terpadu)

Pendekatan Integrasi dalam pembelajaran STEM bertujuan untuk menghapus dinding pemisah antara masing-masing konten bidang dan mengajarkannya menjadi satu subjek (Breiner *et al*, 2012). Dalam hal standar evaluasi atau penilaian dilakukan untuk semua tujuan dari masing-masing daerah kurikulum yang telah dimasukkan dalam pelajaran (Sanders, 2009). Pembelajaran STEM menggunakan pendekatan ini menghubungkan materi dengan berbagai bidang STEM dan menggabungkan lintas kurikuler dengan keterampilan berpikir kritis, keterampilan memecahkan masalah dan pengetahuan untuk mencapai suatu kesimpulan (Wang *et al*, 2011).

Berdasarkan pengertian metode pendekatan STEM di atas, maka dalam penelitian ini pembelajaran STEM menggunakan metode pendekatan terpadu. Karena idealnya, integrasi antar disiplin memungkinkan siswa untuk mendapatkan penguasaan kompetensi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas (Harden, 2000). Pfeiffer, Ignatov, & Poelmans (2013) menyatakan bahwa dalam pembelajaran STEM keterampilan dan pengetahuan digunakan secara bersamaan oleh peserta didik. Perbedaan dari aspek pada STEM akan membutuhkan sebuah garis penghubung yang membuat seluruh aspek dapat digunakan secara bersamaan dalam pembelajaran.

Penelitian yang dilakukan oleh Hannover (2011) menunjukkan bahwa tujuan utama dari pembelajaran STEM adalah sebuah usaha untuk menunjukkan pengetahuan yang bersifat holistik antara subjek STEM. Sehingga keterpaduan dalam sistem pembelajaran STEM dapat dikatakan berhasil jika seluruh aspek yang ada dalam STEM terdapat dalam setiap proses pembelajaran untuk masing-masing subjek.

Bybee (2010) menyatakan: *“STEM had its origins in the 1990s at the National Science Foundation (NSF) and has been used as a generic label for any event, policy, program, or practice that involves one or several of the STEM disciplines*

.” Pernyataan tersebut mengisyaratkan bahwa karakter dalam pembelajaran STEM adalah kemampuan peserta didik mengenali sebuah konsep atau pengetahuan dalam sebuah kasus. Sebagaimana dalam pembelajaran Rangkaian Listrik Arus Searah, maka STEM membantu peserta didik untuk menggunakan sains dan merangkai sebuah percobaan yang dapat membuktikan sebuah hukum atau konsep tentang listrik seperti Hukum Ohm dan karakteristik Rangkaian elektronik seri dan paralel.

Ciri-ciri pembelajaran STEM dapat dijabarkan seperti pada Gambar berikut.



Gambar 2.1 Ciri Pembelajaran STEM

D. VUCA

Sejak akhir tahun 2019, COVID-19 telah memberikan sejumlah pelajaran berharga pada bagaimana kita membenahi semua aspek kehidupan sehari-hari. Fenomena ini telah mengganggu perjalanan internasional, menghancurkan pertumbuhan ekonomi, dan mendisrupsi sekolah secara global. Hanya dalam beberapa bulan, COVID 19 telah menjadi 'supernova' (Azorín 2020) yang menciptakan 'kekacauan yang tak terbantahkan' (Hargreaves & Fullan 2020) dan mengguncang tatanan pendidikan. Ini telah

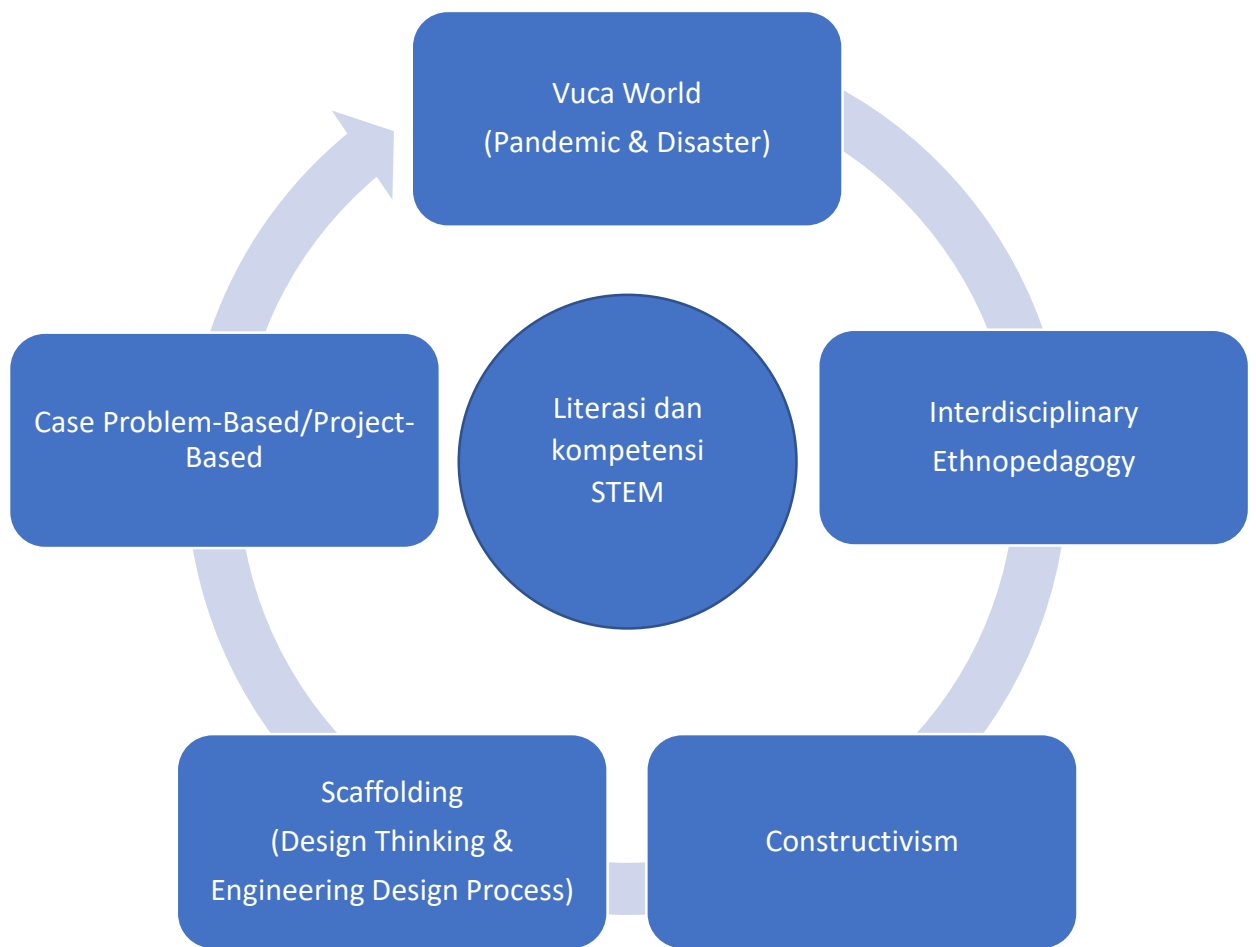
mendefinisikan kembali pembelajaran sebagai aktivitas berbasis layar jarak jauh yang membatasi sebagian besar pelajar untuk mendapatkan dukungan guru online. Menurut UNESCO, 1,6 miliar anak muda telah putus sekolah selama krisis ini dan seperti yang ditunjukkan Zhao (2020), 'hampir semua sekolah telah dihentikan' dan pengajaran telah diatur kembali secara signifikan. Pandemi COVID-19 merupakan salah satu manifestasi dari dunia *volatile, uncertain, complex, and ambiguous* (VUCA) yang saat ini tengah melanda dunia.

Fenomena VUCA dapat dipandang dari sudut *Chaos Theory* sebagai kerangka teori dalam melihat dampak fenomena VUCA seperti COVID-19 yang merupakan manifestasi dari chaos/masalah. Teori ini adalah cabang matematika yang berhubungan dengan sistem kompleks yang perilakunya sangat sensitif terhadap perubahan kecil dalam kondisi sehingga perubahan kecil dapat menimbulkan konsekuensi yang sangat besar. Mutasi virus yang menjadi COVID-19 terus bermutasi menjadi varian menciptakan kekacauan global yang mengganggu semua aktivitas manusia.

Elemen kerangka kerja VUCA ditinjau oleh Bennet dan Lemoine: Secara singkat, "volatilitas" ditandai dengan perubahan yang sering dan tidak dapat diprediksi, "ketidakpastian" mengacu pada kurangnya pengetahuan tentang apakah suatu peristiwa akan menghasilkan perubahan yang signifikan, "kompleksitas" adalah adanya jaringan informasi dan prosedur yang saling berhubungan dan berbelit-belit, dan "ambiguitas" didefinisikan sebagai ketidakmampuan untuk memahami sebab dan akibat (Bennett & Lemoine, 2014).

E. KERANGKA KERJA STEM UNIT

Berdasarkan survey cross-sectional kepada 300 orang guru, Focus Group Discussion, dan Wawancara, dan kajian literatur secara hipotetik dikembangkan sebuah kerangka Implementasi STEM Education berbasis Interdisiplin dalam konteks IPA terpadu dengan tagline SURVIVE (*STEM Unit for Reducing Vulnerability using Interdisciplinary in VUCA Environments*). Secara diagramatik kerangka kerja tersebut digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Konsetual Framewok STEM Education di era VUCA

F. PROGRAM PEMBELAJARAN STEM TERPADU-VUCA

F.1 Model RPP Pengembangan

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Satuan Pendidikan	: SMP
Mata Pelajaran	: IPA
Kelas /Semester	: VII / Genap
Tahun Pelajaran	: 2020/2021
Alokasi Waktu	: 4 Pertemuan (6 x 40 menit)

Tujuan Pembelajaran	Penilaian Hasil Belajar
Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran daring peserta didik dapat menguasai KD 3.10, 4.10 ditunjukkan dengan mampu: (1) menjelaskan tindakan pengurangan resiko sebelum, pada saat, dan pasca bencana sesuai ancaman bencana di daerahnya, (2) Menjelaskan langkah-langkah protokol Kesehatan pencegahan Covid-19, (3) Menjelaskan hal-hal yang harus dilakukan saat dan setelah terjangkit Covid-19, (4) Membuat poster berisi upaya pengurangan resiko dan dampak bencana alam serta tindakan penyelamatan diri pada saat terjadi bencana sesuai dengan jenis ancaman bencana di daerahnya, (5) Membuat poster tentang protokol Kesehatan pencegahan Covid-19, (6) Mempresentasikan hal-hal yang harus dilakukan saat dan setelah terjangkit Covid-19 (7) Melakukan percobaan ‘Bagaimana Sabun Membunuh Virus’, (8) menunjukkan perilaku disiplin, bertanggung jawab, kreatif, komunikatif.	1. <i>Penugasan & Test tertulis</i> : terkait indikator (1), (2), dan (3) 2. <i>Pengamatan</i> : terkait indikator (6), (7) dan (8) 3. <i>Proyek</i> : terkait dengan indikator (4), (5)
Kegiatan Pembelajaran	
Pertemuan 1 (3 x 40 Menit) ▪ Melalui <i>Google Classroom</i>, guru mem-posting modul dan video tentang bencana alam sebagai bahan eksplorasi mandiri siswa ▪ Melalui <i>Google Classroom</i>, guru meminta siswa untuk memilih salah satu bencana alam yang rawan terjadi di daerah tempat tinggal mereka. Lalu membuat poster yang berisi hal-hal yang harus dilakukan sebelum, saat, dan setelah bencana alam tersebut. ▪ Melalui Whatsapp dan kolom komentar <i>Google Classroom</i>, Guru memberikan bimbingan kepada siswa berkaitan dengan pembelajaran dan penugasan. ▪ Guru menginformasikan tugas diupload paling akhir sebelum pertemuan minggu	

Pertemuan 2 (3 x 40 Menit)

- Melalui *Google Classroom*, guru mem-posting modul Mitigasi Bencana Covid sebagai bahan eksplorasi mandiri
- Melalui *Google Classroom*, guru meminta siswa untuk melaksanakan Kegiatan 1 pada Modul tentang Langkah-langkah Protokol Kesehatan dalam pencegahan Covid-19.
- Melalui Whatsapp dan kolom komentar *Google Classroom*, Guru memberikan bimbingan kepada siswa berkaitan dengan pembelajaran dan penugasan.
- Guru menginformasikan kepada siswa untuk mengupload tugas dari Kegiatan 1 pada *Google Classroom*
- Guru juga menginformasikan kepada siswa untuk mempersiapkan alat dan bahan pada Kegiatan 2 yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya

Pertemuan 3 (3 x 40 Menit)

- Melalui WA grup kelas guru menyapa dan mengucapkan salam dan mengingatkan peserta didik untuk melaksanakan Kegiatan 2 pada Modul Mitigasi Bencana Covid
- Melalui Whatsapp dan kolom komentar *Google Classroom*, Guru memberikan bimbingan kepada siswa berkaitan dengan pembelajaran dan penugasan.
- Guru menginformasikan kepada siswa untuk mengupload video dan lembar kerja hasil pelaksanaan Kegiatan 2

Pertemuan 4 (3 x 40 Menit)

- Melalui WA grup kelas guru menyapa dan mengucapkan salam dan mengingatkan peserta didik untuk segera masuk ke dalam Google Meet
- Guru meminta perwakilan siswa untuk mempresentasikan hasil percobaan yang telah dilakukan pada pertemuan sebelumnya
- Guru membagi siswa ke dalam kelompok kecil lalu meminta mereka melaksanakan Kegiatan 3 dan Kegiatan 4
- Siswa melakukan diskusi pada *Breakout room* untuk menyelesaikan tugas yang diberikan
- Siswa kembali pada room utama dan mempresentasikan hasil diskusi yang dilakukan
- Guru memberi apresiasi kepada siswa
- Guru memberi informasi tentang penilaian harian yang akan dilaksanakan pada pertemuan selanjutnya.

F.2 Modul Pengembangan “*Global Warming*”



E-MODUL PEMANASAN GLOBAL

IPA

KELAS 7 SMP/MTS

Disusun Oleh :

Dr. Abdurrahman, M.Si.

Hervin Maulina, S.Pd., M.Sc.

Novinta Nurulsari, S.Pd., M.Pd.

Ahmad Naufal Umam, S.Pd., Gr.

**UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, rahmat, dan inayah yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan E-Modul Fisika terintegrasi STEM berbantuan Augmented Reality (AR) pada materi Pemanasan Global (Global Warming). Adapun tujuan pengembangan E-Modul ini adalah untuk mendeskripsikan karakteristik, kepraktisan, dan keefektifan E-modul terintegrasi STEM berbantuan Augmented Reality (AR) untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (problem solving) siswa.

E-Modul ini ditulis untuk siswa SMP/MTs. E-modul ini menyajikan materi pemanasan global dengan mengajak siswa terlatih dalam kemampuan menyelesaikan masalah, aktif dalam kegiatan praktikum, dan belajar membuat karya. Sehingga pembelajaran yang dilakukan memberikan makna dan pemahaman yang mendalam. Lebih lanjut, diharapkan siswa dapat memahami bahwa sesuatu Yang Maha Besar berada di balik fenomena-fenomena fisika dalam kehidupan sehari-hari.

Ucapan terimakasih penulis haturkan kepada Bapak Dr. Abdurrahman, M.Si selaku pembimbing I, Bapak Dr. Doni Andra, S.Pd, M.Si selaku pembimbing II dan seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu proses penyusunan E-Modul sehingga dapat terselesaikan.

Penulis menyadari masih terdapat begitu banyak kekurangan dalam penulisan E-Modul ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan modul ini. Semoga E-Modul ini memberikan manfaat bagi penulis, guru, dan semua pihak di lingkungan pendidikan khususnya bagi siswa untuk memberikan kemudahan dan mengembangkan berbagai keterampilan.

Bandar Lampung, Agustus 2021

Tim

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR ISI.....	3
PETA KONSEP.....	4
PENDAHULUAN.....	5
A. Identitas Modul.....	5
B. Kompetensi Dasar.....	5
C. Deskripsi Singkat Materi.....	7
D. Petunjuk Penggunaan Modul.....	7
E. Materi pembelajaran.....	8

KEGIATAN BELAJAR 1 (DEFINISI GLOBAL WARMING)

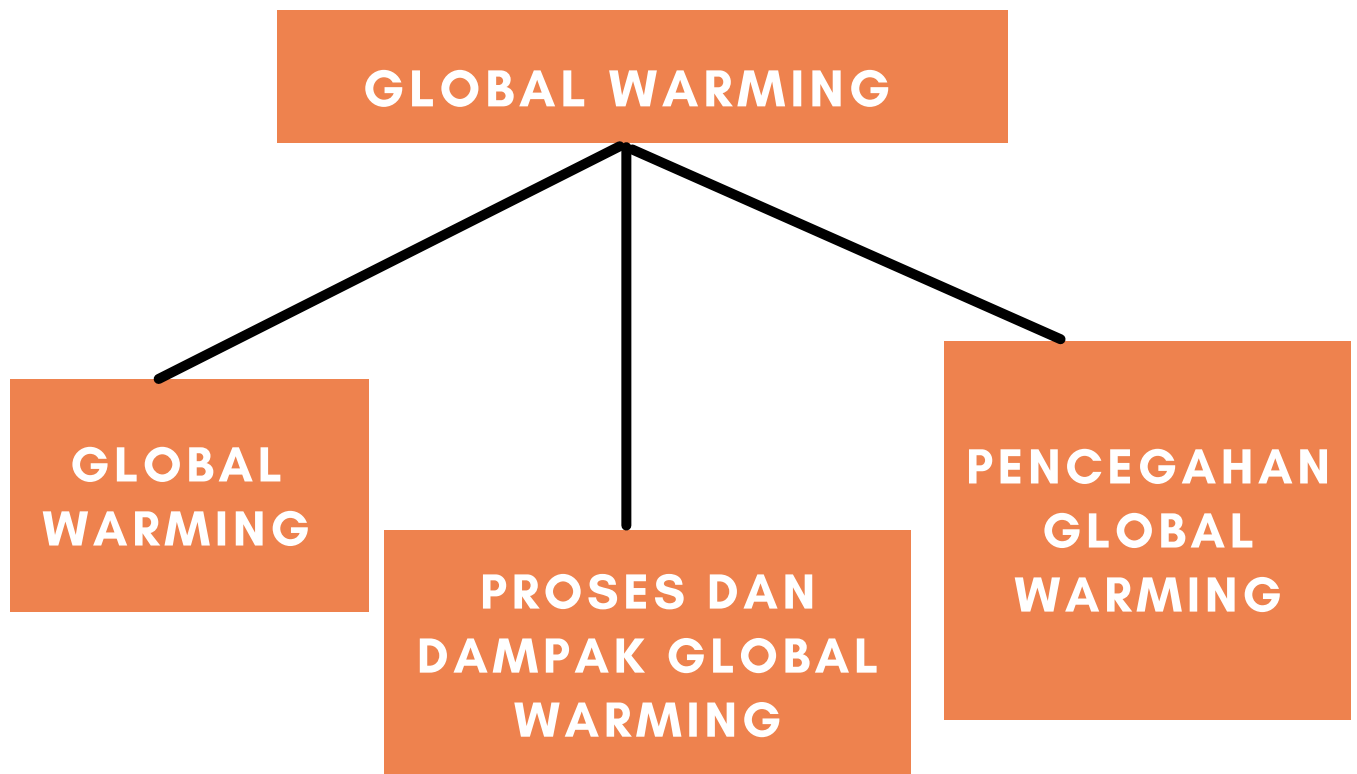
Kegiatan Siswa 1	9
Definisi Global Warming	10
Kegiatan Siswa 2	11
Penyebab Global Warming	15
Kegiatan Siswa 3	21
Rangkuman	22

KEGIATAN BELAJAR 2 (PROSES, DAMPAK, DAN PENANGGULANGAN PEMANASAN GLOBAL)

Kegiatan Siswa 4	23
Proses Global Warming.....	27
Dampak Global Warming.....	28
Cara Penanggulangan Global Warming.....	32
Kegiatan Siswa 5	33
Kegiatan Siswa 6	34
Rangkuman.....	34
Soal Latihan.....	35

DAFTAR PUSTAKA.....	41
---------------------	----

PETA KONSEP



KEYWORD

1. GLOBAL WARMING
2. PROSES
3. DAMPAK
4. PENCEGAHAN/PENANGGULANGAN

PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran : FISIKA
Kelas : XI MIA
Alokasi Waktu : 6 JP
Judul E-Modul : Global Warming (Pemanasan Global)

B. Kompetensi Inti

KI 3 :

Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4 :

Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

C. Kompetensi Dasar dan Indikator pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.12 Menganalisis gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan	3.12.1 Menentukan penyebab pencemaran lingkungan sebagai pemicu pemanasan global 3.12.2 Memberikan 3 contoh persoalan pemanasan global dalam kehidupan sehari-hari 3.12.3 Menjelaskan aktivitas manusia yang mengakibatkan berbagai dampak pemanasan global, efek rumah kaca, dan perubahan iklim 3.12.4 Menganalisis fenomena pemanasan global, efek rumah kaca, perubahan iklim serta dampak yang diakibatkan bagi manusia

4.12 Mengajukan ide/gagasan penyelesaian masalah pemanasan global sehubungan dengan gejala dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan	4.12.1 Melakukan percobaan sederhana untuk mengetahui proses terjadinya efek rumah kaca 4.12.2 <u>Menyajikan ide/gagasan</u> penyelesaian masalah pemanasan global sehubungan dengan gejala dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan
--	---

D. Tujuan Pembelajaran

Pertemuan	Tujuan Pembelajaran
1	- Melalui kegiatan orientasi masalah dengan menyimak video pencemaran lingkungan (pencemara air, pencemaran udara dan pencemaran tanah) pada link : https://www.youtube.com/watch?v=QsE-PS43Lo Atau link : https://www.youtube.com/watch?v=h6aVXpA9HTk Siswa dapat : mengidentifikasi penyebab pencemaran lingkungan pemicu pemanasan global - Melalui kegiatan literasi sains tentang fenomena pemanasan global, siswa dapat mendeskripsikan proses terjadinya pemanasan global - Melalui kegiatan pengamatan video efek rumah kaca dengan bantuan aplikasi teknologi <i>Augmented Reality (AR)</i> pada link : http://bit.ly/ARPemasanGlobal pada E-Modul Global warming dengan link : https://online.pubhtml5.com/Tber/razi/ Siswa dapat : menyajikan siklus efek rumah kaca dalam bentuk gambar dan menganalisis siklus terjadinya efek rumah kaca serta dampaknya bagi bumi - Melalui sajian narasi tentang masalah produksi plastik, limbah dan dampaknya pada link : https://www.cnbcindonesia.com/lifestyle/20190721140139-33-86420/sebegini-parah-ternyata-masalah-sampah-plastik-di-indonesia Siswa dapat menyelesaikan persoalan dalam kehidupan sehari-hari yaitu dengan indikator (<i>Defining the Problem, Developing a Plan to Solve the Problem, Collecting and Analyzing Information, Interpreting Findings and Solving the Problem</i>) pada permasalahan yang terjadi.
2	Melalui kegiatan percobaan sederhana tentang efek rumah kaca pada 2 buah toples yang diberi perlakuan berbeda, siswa dapat menginterpretasikan ke dalam grafik hubungan antara suhu dengan waktu dan memberi kesimpulan hasil percobaan
3	Melalui kegiatan literasi sains dari berbagai sumber tentang miniature model rumah kaca, siswa dapat : - Memilih alat dan bahan yang dibutuhkan - Mengukur alat dan bahan yang akan digunakan dengan detail - Merangkai alat dan bahan sampai terbentuk miniature rumah kaca - Mempresentasikan hasil karya miniature rumah kaca

E.Deskripsi Singkat Materi

Masalah lingkungan yang kita hadapi dari tahun ke tahun semakin meningkat baik yang berasal dari pencemaran air maupun pencemaran udara. Hal ini bukan hanya disebabkan oleh kegiatan industrinya, tetapi juga oleh aktivitas manusia dalam rumah tangga.

Pencemaran udara akibat gas buang kendaraan bermotor kurang disadari oleh masyarakat pada umumnya, padahal dampak pembakaran bahan bakar dalam jangka panjang sungguh luar biasa, seperti yang sedang dialami oleh penduduk seluruh dunia yaitu terjadinya pemanasan global (global warming).

Materi pemanasan global ini adalah materi yang sangat penting, memahami secara utuh berbagai penyebab terjadinya pemanasan global dan dampak yang ditimbulkan karena pemanasan global. Dengan memahami penyebab serta dampak yang ditimbulkan karena pemanasan global Anda dapat memberikan pendapat dalam rangka pengendalian pemanasan global.

Untuk dapat memahami materi Modul ini dengan baik, Anda hendaknya mengerjakan

latihan dan evaluasi yang ada pada modul ini. Selain itu, dianjurkan agar Anda membaca buku teks, brosur-brosur atau majalah-majalah yang berhubungan dengan materi ini. Dengan demikian, wawasan Anda terhadap masalah-masalah lingkungan global semakin meningkat.

F.Petunjuk Penggunaan E-Modul

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan E-Modul ini adalah :

- Mempelajari E-Modul pemanasan global sangat disarankan untuk dilakukan secara berurutan. Dimana E-Modul ini hanya terdiri dari satu kegiatan pembelajaran yaitu pemanasan global.
- Baca peta konsep materi dan pahami isinya.

- Instal dan gunakan aplikasi Augmented Reality pada tautan berikut. <http://bit.ly/ARPemansanGlobal> untuk memindai pada gambar yang disediakan
- Setelah membaca dan mempelajari materi pembelajaran, kerjakan soal latihan dan penugasan mandiri.
- Lakukan penilaian diri dengan jujur.
- Gunakan berbagai referensi yang mendukung atau terkait dengan materi pembelajaran.
- Minta bimbingan guru jika merasakan kesulitan dalam memahami materi modul.
- Diakhir materi terdapat evaluasi, maka kerjakan evaluasi tersebut sebagaimana yang diperintahkan sebagai tolak ukur ketercapaian kompetensi dalam mempelajari materi pada modul ini.

G.Materi Pembelajaran

Modul ini terdiri dari tiga kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, soal latihan, penugasan dan soal evaluasi.

- Pertemuan 1
Materi : Definisi Global Warming, dan Penyebab Global warming
- Pertemuan 2
Materi : Proses Global Warming, Dampak Global Warming, dan Penanggulangan Global Warming

KEGIATAN BELAJAR 1

DEFINISI GLOBAL WARMING

KEGIATAN SISWA 1

Pada kegiatan belajar pertama, kalian akan mempelajari tentang pencemaran lingkungan, untuk lebih memahami tentang pencemaran lingkungan (pencemaran air, pencemaran udara dan pencemaran tanah), silahkan kalian akses link dibawah ini, lalu cermati dengan baik, :

https://www.youtube.com/watch?v=QsE-_PS43Lo

Atau link : <https://www.youtube.com/watch?v=h6aVXpA9HTk>

Kemampuan siswa yang dicapai :

mengidentifikasi penyebab pencemaran lingkungan pemicu pemanasan global.

Setelah kalian mengamati video, perhatikan gambar-gambar pencemaran lingkungan berikut!



Berdasarkan video dan gambar yang kalian amati, jawab pertanyaan-pertanyaan berikut!

- Jelaskan definisi pencemaran lingkungan
- Jelaskan macam-macam pencemaran lingkungan
- Identifikasi penyebab pencemaran lingkungan
- Apa dampaknya jika pencemaran lingkungan terus terjadi
- Adakah hubungan antara pencemaran lingkungan dengan pemanasan global, jelaskan!
- Menurut kalian langkah apa yang harus dilakukan untuk mencegah atau mengurangi pencemaran lingkungan.

Definisi Global Warming

Apakah saat ini kamu merasa bumi jadi semakin panas? Siang hari terasa sangat terik dan hujan jarang turun meski sudah memasuki musimnya. Tidak hanya di Indonesia, anomali cuaca juga terjadi di belahan dunia lain. Di Mesir, daerah gurun yang sangat panas pun beberapa kali telah turun salju! Peristiwa perubahan cuaca secara menyeluruh tersebut dinamakan perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global (Global Warming).

Mengabaikan penyebab Global Warming akan sangat berdampak terhadap kesejahteraan bumi. Global Warming terjadi karena peningkatan suhu permukaan bumi oleh gas emisi karbondioksida yang berasal dari aktivitas manusia. Para ahli menuturkan dampak Global Warming berkaitan dengan iklim global yang semakin sulit diprediksi dan tak stabil.

Kegiatan manusia yang menjadi penyebab Global Warming ada banyak sekali. Mulai dari kebiasaan berbelanja kebutuhan yang tidak perlu, penggunaan listrik berlebihan, dan tak hemat bahan bakar. Kemudian penggunaan pupuk kimia, buang sampah sembarangan, dan limbah hasil industri pabrik yang tidak terkontrol juga menjadi salah satu faktor penyebabnya.

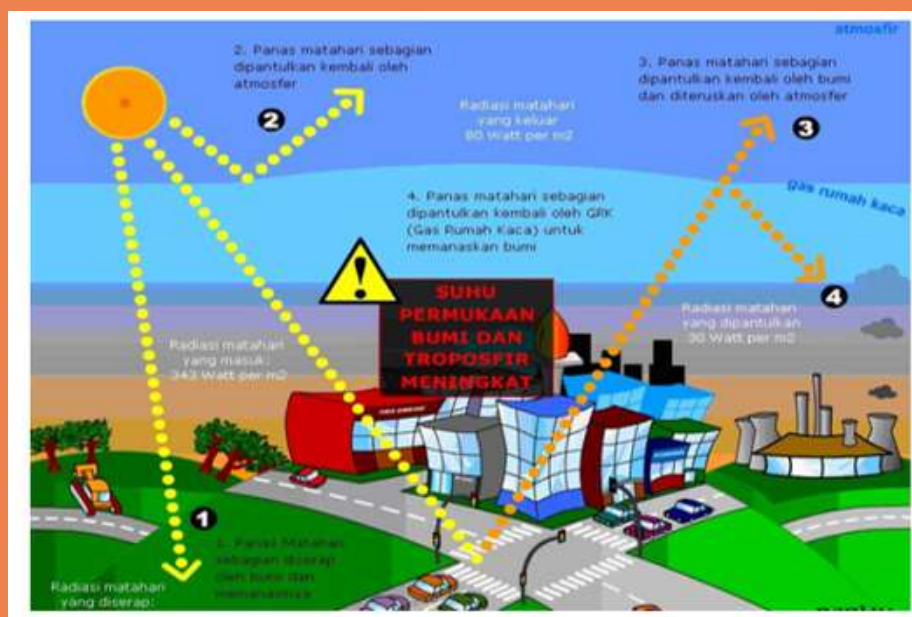
Lalu, sebenarnya apa sih pemanasan global itu? Bagaimana proses terjadinya, apa dampak yang akan terjadi serta apa yang bisa kita lakukan untuk menghambatnya? Untuk lebih jelas silakan kalian lakukan kegiatan berikut!

KEGIATAN SISWA 2

Persiapkan terlebih dahulu android dan laptop atau computer kalian. Pastikan android kalian sudah menginstal aplikasi Augmented Reality (AR).

Untuk memahami lebih mendalam tentang Efek Rumah Kaca dan penyebab Global warming, silakan kalian scan gambar di bawah ini dengan menggunakan aplikasi AR di Android kalian, lalu simak dengan seksama tayangan video tersebut.

SCAN GAMBAR BERIKUT DENGAN APLIKASI AR



Gambar 2. Efek Rumah Kaca Penyebab Meningkatnya Suhu Permukaan Bumi.
(sumber : galeripustaka.com)

Setelah menyimak video AR silahkan jawab pertanyaan berikut.

- Gambarkan siklus efek rumah kaca menurut kalian
- Identifikasi gas-gas rumah kaca yang terdapat di atmosfer bumi
- Analisislah siklus terjadinya efek rumah kaca serta dampaknya bagi bumi

Global Warming merupakan proses naiknya suhu rata-rata permukaan bumi suatu emisi gas rumah kaca di bumi. Beberapa gas yang memberikan emisi gas rumah kaca adalah karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrogen oksida (N_2O), dan uap air

(H₂O). Gas-gas tersebut dinamakan juga gas rumah kaca karena kemampuannya mengikat sebagian panas agar tidak lepas ke angkasa, serupa dengan kemampuan rumah kaca.

Jika menilik dari jenis-jenis gas yang menyebabkan efek kaca, dapat diabaikan bahwa proses ini bisa terjadi secara alami. Berikut beberapa penyebab alami efek rumah kaca:

1. Gas CO₂ dan H₂O yang dihasilkan dari proses respirasi seluruh makhluk hidup di bumi.
2. Gas CH₄ yang menguap sebagai hasil dari penguraian hewan ternak maupun tanaman oleh bakteri.

Akan tetapi, faktanya aktivitas-aktivitas manusia di permukaan bumi membuat peristiwa ini berlangsung jauh lebih cepat. Beberapa aktivitas tersebut, antara lain:

- Penggunaan kendaraan yang mengeluarkan gas karbon monoksida. Karbon monoksida juga merupakan salah satu gas rumah kaca.



Gambar 3 Penggunaan Kendaraan Bermotor Menghasilkan Karbon Monoksida
(Sumber : bobo.grid.id)

- Gas buang dari industri berupa karbon monoksida, karbon dioksida, metana, dan lain-lain, terlebih dahulu saat ini bidang industri sedang berkembang dengan pesat.



Gambar 4 Industri Sebagai Penyumbang Terbesar Gas-gas Rumah Kaca
(Sumber : fahmipedia.com)

- Luas hutan yang semakin menurun akibat maraknya pembukaan lahan untuk pembangunan dan industri. Tanaman hijau mampu mengubah CO₂ menjadi makanan dengan bantuan sinar matahari. Dengan berkurangnya lahan hijau, pengurangan juga kemampuan bumi menyerap CO₂ di atmosfer.



Gambar 5 Pembakaran Hutan Mengurangi DayaSerap CO₂
(Sumber : kagama.com)

- Penggunaan gas CFC (Chloro Fluoro Carbon) yang tidak terkontrol pada lemari pendingin dan AC. Gas CFC juga merupakan salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca.



Gambar 6 CFC yang Berasal dari AC Penyebab Efek Rumah Kaca
(Sumber : beritagar.id)

- **Pembakaran sampah yang menghasilkan karbon dioksida.**



Gambar 7 Pembakakaran Sampah Menghasilkan CO₂
(Sumber :hipwee.com)

- **Pertanian dan Peternakan**



Gambar 8. Kotoran dari hewan menghasilkan gas rumah kaca
(sumber : dw.com)

PENYEBAB GLOBAL WARMING

Beberapa faktor penyebab terjadinya Global Warming antara lain:

Cloro Four Carbon

Cloro Four Carbon atau CFC ini termasuk penyebab pemanasan global yang sulit dihindarkan. Akan tetapi, CFC ini masih bisa ditangani dan dikendalikan. CFC merupakan bahan kimia yang digabungkan menjadi alat rumah tangga. Peralatan ini memang bermanfaat untuk menunjang kehidupan, tetapi jika berlebihan juga tak direkomendasikan. CFC biasanya terdapat pada kulkas dan AC. Penggunaan yang berlebihan dan tak sesuai aturan akan berdampak buruk bagi lingkungan, seperti pemanasan global.



Gambar 9 Gas CFC Merupakan Salah Satu Gas Rumah Kaca
(Sumber : elobanaserviceac.com)

Gas Industri

Gas dari industri pun termasuk penyebab pemanasan global. Meski begitu, masih banyak industri yang mengabaikan. Pemerintah pun tak tegas menanggapi dan memberikan sanksi agar jera. Gas dari industri akan menyebabkan pencemaran udara. Terutama karena asap pabriknya yang berlebihan dan tak ditampung dengan benar. Ada gas karbondioksida, karbon monoksida, gas metana, dan lain sebagainya. Kadar karbon yang dihasilkan akibat kegiatan industri yaitu sebesar 412 bagian per juta dalam 150 tahun terakhir. Karbondioksida, metana dan nitrogen oksida yang telah menyebabkan peningkatan suhu bumi selama 50 tahun terakhir. IEA (International Energy Agency) melaporkan antara tahun 2000-2016 negara yang menyumbang emisi karbon dioksida terbesar yang pertama yaitu Republik Rakyat China. Sedangkan Indonesia berada di urutan ke-6 setelah Rusia dengan nilai 2,053 miliar ton.



Gambar 10 Gas Industri Penyebab Pemanasan Global
(sumber : bola.com)

Penyempitan Hutan

Hutan yang semakin sempit pun termasuk penyebab Global Warming. Maka ketika telah terjadi kebakaran hutan serta penggundulan hutan secara besar-besaran, patut diselidiki pelaku utamanya. Lahan hutan sangat berperan penting untuk makhluk hidup, hutan merupakan paru-paru dunia yang seharusnya dijaga. Hutan yang menyempit akan membuat cuaca semakin memburuk. Tanpa hutan, tak ada yang membantu mengubah karbondioksida menjadi oksigen. Hal ini kemudian akan berdampak pada pernapasan yang semakin terganggu.

Dampaknya, pencemaran udara akan terjadi. Menurut Bank Dunia dunia masih kehilangan sekitar 14,5 juta hektar hutan setiap tahunnya. Hal ini disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia yang illegal dan legal. Pembukaan lahan dengan cara pembakaran untuk area industri dan tempat tinggal juga menyebabkan efek rumah kaca dan berkurangnya sejumlah pohon yang seharusnya bisa menyerap karbondioksida.



Gambar 11 Pembukaan Hutan Menyebabkan Efek Rumah Kaca
(Sumber : kompasiana.com)

Sampah Plastik

Penyebab pemanasan global selanjutnya berasal dari hasil kegiatan manusia. Salah satunya ada tumpukan sampah plastik yang tak terkendali sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Menurut penelitian, plastik mengeluarkan gas metana dan etilena ketika terkena sinar matahari dan berakibat rusak. Gas metana alami atau buatan dikatakan sebagai penyebab utama perubahan iklim. Tentu saja hal ini akan berhubungan dengan peningkatan pemanasan global.



Gambar 12 Gas dari Sampah Plastik Menyebabkan Peningkatan Pemanasan Global
(Sumber : sains.kompas.com)

Dampaknya, pencemaran udara akan terjadi. Menurut Bank Dunia dunia masih kehilangan sekitar 14,5 juta hektar hutan setiap tahunnya. Hal ini disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia yang illegal dan legal. Pembukaan lahan dengan cara pembakaran untuk area industri dan tempat tinggal juga menyebabkan efek rumah kaca dan berkurangnya sejumlah pohon yang seharusnya bisa menyerap karbondioksida.



Gambar 11 Pembukaan Hutan Menyebabkan Efek Rumah Kaca
(Sumber : kompasiana.com)

Sampah Plastik

Penyebab pemanasan global selanjutnya berasal dari hasil kegiatan manusia. Salah satunya ada tumpukan sampah plastik yang tak terkendali sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Menurut penelitian, plastik mengeluarkan gas metana dan etilena ketika terkena sinar matahari dan berakibat rusak. Gas metana alami atau buatan dikatakan sebagai penyebab utama perubahan iklim. Tentu saja hal ini akan berhubungan dengan peningkatan pemanasan global.



Gambar 12 Gas dari Sampah Plastik Menyebabkan Peningkatan Pemanasan Global
(Sumber : sains.kompas.com)

Teknologi

Berikut adalah beberapa teknologi rendah karbon yang menjadi salah satu prinsip industri hijau sebagai pemanfaatan limbah seperti.

- Industry semen dengan pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar alternatif



Gambar 13 PT. BPS PLTBm memanfaatkan limbah sekam padi
(Sumber :maritim.go.id)

Untuk memahami contoh pemanfaatn biomassa silahkan akses link berikut :

<https://youtu.be/Za53plnDu1Y>



Gambar 14 PT PLN Gorontalo memanfaatkan limbah tongkol jagung
(Sumber :economy.okezone.com)

- Pembangunan vertical finish mill yang dapat menurunkan konsumsi energy



Gambar 16 PT Semen Baturaja Gunakan sistem vertical mill
(Sumber : ilustrasi-bisnis.com)

Untuk lebih memahami tentang pembangunan vertical finish mill silahkan akses link berikut :

<https://www.youtube.com/watch?v=1ODW7rJAxy&list=RDCMUCLXgStFwaukx38DOpzlvk-g&index=2>

- Pemanfaatan gas panas buang cooler untuk pengeringan material di ball mill
Dapat diakses pada link berikut : <https://www.youtube.com/watch?v=GvGtOVXO0Rc>
- Pemanfaatan gas buang waste heat recovery power generation
Dapat di akses pada link berikut : <https://www.youtube.com/watch?v=-dnzbs3rtp8>
- Industri pupuk dengan gasifikasi batu bara sebagai alternative bahan baku pengganti gas alam
Dapat di akses pada link berikut : <https://www.youtube.com/watch?v=CHrUvSnUw9A>
- Industry pulp dan kertas yaitu pemanfaatan kulit kayu yang dihasilkan untuk pembangkit tenaga listrik
Dapat di akses pada link berikut : <https://www.youtube.com/watch?v=CHrUvSnUw9A>

KEGIATAN SISWA 3

Berikut ini adalah sebuah narasi/artikel tentang plastik, produksi, limbah dan dampaknya. Silahkan buka link berikut :

<https://www.cnbcindonesia.com/lifestyle/20190721140139-33-86420/sebegini-parah-ternyata-masalah-sampah-plastik-di-indonesia>

Sebelum memulai kegiatan ini silahkan kalian membentuk kelompok. Dari permasalahan yang terdapat pada artikel tersebut , melalui diskusi kelompok silahkan kerjakan beberapa pertanyaan di bawah ini sesuai dengan langkah-langkah berikut.

- ***Defining the Problem*** (menyatakan masalah dan mengidentifikasi masalah sampah plastic dan dampak yang mendasarinya dengan jelas)
Identifikasikan dengan jelas permasalahan pada narasi di atas !

- **Developing a Plan to Solve the Problem (mengembangkan rencana yang jelas dan ringkas untuk memecahkan masalah)**

Kembangkan rencana yang jelas dan ringkas untuk memecahkan masalah pada narasi di atas!

- **Collecting and Analyzing Information (mengumpulkan informasi dari berbagai sumber dan menganalisis informasi secara mendalam)**

Cari informasi dari berbagai sumber/literasi sains yang sesuai dengan narasi di atas, lalu analisislah informasi tersebut!

- **Interpreting Findings and Solving the Problem (menginterpretasikan solusi dan menawarkan solusi alternatifnya secara logis)**

Bersama teman kelompok kalian, interpretasikanlah solusi pemecahan masalah pada narasi di atas!

RANGKUMAN

Global Warming merupakan proses naiknya suhu rata-rata permukaan bumi suatu emisi gas rumah kaca di bumi. Beberapa gas yang memberikan emisi gas rumah kaca adalah karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrogen oksida (N_2O), dan uap air (H_2O). Faktor penyebab terjadinya Global Warming adalah aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari tanpa melihat dampak yang akan terjadi dikemudian hari seperti: penggunaan CFC (Cloro Four Carbon), limbah gas industri, penyempitan hutan, sampah plastik, dll.

KEGIATAN BELAJAR 2

PROSES, DAMPAK, DAN PENANGGULANGAN GLOBAL WARMING

KEGIATAN SISWA 4

Pada pertemuan 2 kalian melakukan praktikum/percobaan pemodelan efek rumah kaca yang bertujuan untuk mengetahui proses efek rumah kaca. Praktikum dilakukan secara kelompok.

LEMBAR KERJA SISWA

Pemodelan Efek Rumah Kaca

Nama Kelompok : 1.
2.
3.
4.
5.
6.

A. Tujuan

Mengetahui proses terjadinya efek rumah kaca

B. Alat dan Bahan

2 Toples kaca
2 Termometer
2 Handuk
plastik
karet gelang
Air hangat

C. Cara Kerja

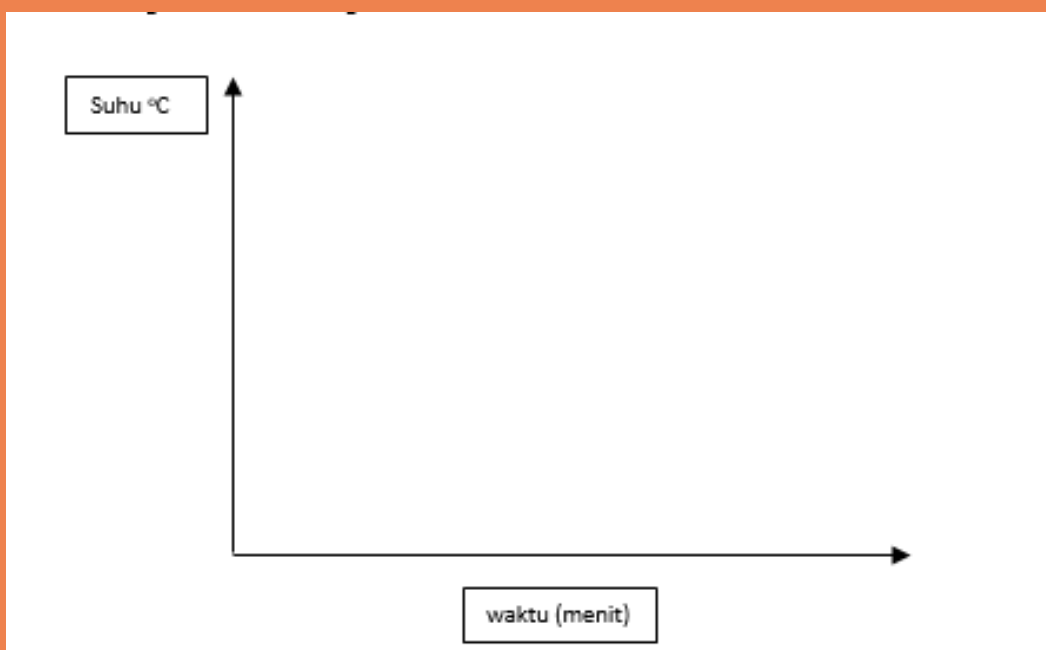
- Siapkan alat dan bahan yang diperlukan
- Berilah label pada toples A dan toples B
- Masukkan handuk yang telah direndam air hangat selama 3 menit pada masing - masing toples

- Masukkan termometer pada masing - masing toples
- Tutuplah toples A dengan plastik, kemudian rapatkan dengan karet gelang
- Letakkan toples A dan B dibawah energi panas (sinar matahari atau lampu), pastika keduanya menerima energi panas yang sama
- Amatilah suhu pada kedua toples setiap 3 menit selama 15 menit. Catat hasil pengamatanmu dalam tabel.
- Setelah 15 menit jauhkan kedua toples tersebut dari sumber energi panas dan amatilah yang terjadi

D. Pengamatan

No	Waktu (menit)	Temperatur $^{\circ}\text{C}$	
		Toples A	Toples B
1			
2			
3			
4			
5			

Dari data yang diperoleh, buatlah grafik hubungan anatar waktu dan suhu pada toples A dan toples B



E. Jawablah Pertanyaan Berikut!

1. Termometer pada toples manakah yang menunjukkan suhu lebih tinggi? Mengapa?

Jawab

.....

.....

.....

.....

2. Apakah yang terjadi ketika kedua toples tersebut dijauhkan dari sumber energi panas? Jelaskan!

Jawab:

.....

.....

.....

.....

3. Coba kaitkan percobaan yang telah kalian lakukan dengan prinsip kerja gas –gas rumah kaca!

Jawab:

.....

.....

.....

.....

F. Kesimpulan

Apa yang kalian simpulkan jika ruang dalam toples tersebut dianalogikan sebagai bumi dan tutup plastik dianalogikan sebagai gas rumah kaca?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E. Jawablah Pertanyaan Berikut!

1. Termometer pada toples manakah yang menunjukkan suhu lebih tinggi? Mengapa?

Jawab

.....

.....

.....

.....

2. Apakah yang terjadi ketika kedua toples tersebut dijauhkan dari sumber energi panas? Jelaskan!

Jawab:

.....

.....

.....

.....

3. Coba kaitkan percobaan yang telah kalian lakukan dengan prinsip kerja gas –gas rumah kaca!

Jawab:

.....

.....

.....

.....

F. Kesimpulan

Apa yang kalian simpulkan jika ruang dalam toples tersebut dianalogikan sebagai bumi dan tutup plastik dianalogikan sebagai gas rumah kaca?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

.....

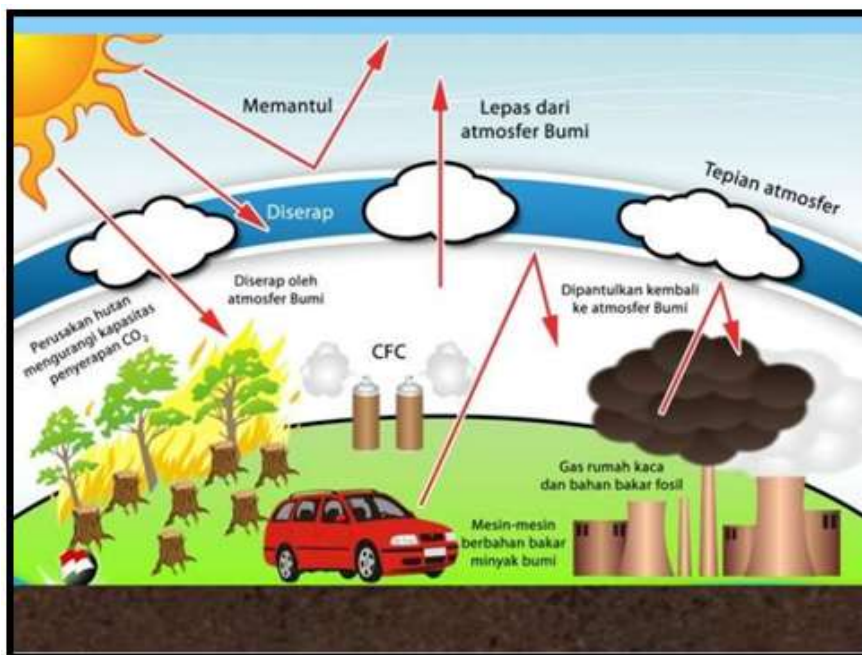
.....

Melalui kegiatan percobaan sederhana tentang efek rumah kaca pada 2 buah toples yang diberi perlakuan berbeda, siswa dapat menginterpretasikan ke dalam grafik hubungan antara suhu dengan waktu dan memberi kesimpulan hasil percobaan

Proses Global Warming

Pemanasan global diawali dari cahaya matahari yang menyinari bumi. Panas yang dihasilkan cahaya matahari akan diserap oleh bumi tetapi hanya sebagian saja sedangkan yang tidak di serap akan di kembalikan lagi ke ruang angkasa (atmosfir). namun karena di atmosfir banyak gas penyebab efek rumah kaca seperti gas sulfur dioksida SO_2 , gas karbon dioksida (CO_2), dan metana, uap air dan masih banyak lagi. Hal tersebut menyebabkan panas matahari tidak dapat keluar dari permukaan bumi dan terperangkap sehingga panas matahari akan memantul ke bumi lagi. Hal itu terjadi secara terus-menerus setiap hari. Semakin banyak panas matahari yang masuk ke bumi maka semakin banyak gas yang tidak dapat dikembalikan ke atmosfir menyebabkan bumi semakin panas. inilah yang disebut dengan pemanasan global atau global warming.

Untuk lebih jelas Anda memahami proses dan dampak Global Warming silahkan Anda akses video Augmented Reality pada link berikut : <https://youtu.be/FL8yvrCOL-Q>



Gambar 13. Proses Global Warming
(geo-media.blogspot.com)

- Emisi CO₂ yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil sebagai pembangkit tenaga listrik.
- Emisi CO₂ yang berasal dari pembakaran gasolin sebagai bahan bakar alat transportasi.
- Emisi metana dari hewan, lahan pertanian, dan dari dasar laut Arktik.
- Deforestation (Penebangan Liar) yang disertai dengan pembakaran lahan hutan. Penggunaan chlorofluorocarbon (CFCs) dalam refrigerator (pendingin)
- Meningkatnya Penggunaan pupuk kimia dalam pertanian.

Pemanasan global diakibatkan karena pancaran atau radiasi matahari. Beberapa gas-gas yang ada di atmosfer bumi bertugas untuk menahan panas tersebut. Atmosfer bumi terdiri dari sekitar 78 persen nitrogen, 21 persen oksigen, dan 1 persen gas lainnya. Sebagian dari gas-gas tersebut disebut sebagai gas rumah kaca yang meliputi uap air, karbon dioksida, ozon, metana, dan dinitrogen oksida. Gas-Gas inilah yang bekerja sebagai 'selimut' yang menjaga bumi.

Meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi yang terjadi adalah akibat meningkatnya emisi gas rumah kaca. Hal itulah yang membuat adanya pemanasan global yang menyebabkan perubahan-perubahan sistem terhadap ekosistem di bumi, antara lain, perubahan iklim yang ekstrem.

DAMPAK GLOBAL WARMING

Secara langsung, pemanasan global menimbulkan peningkatan suhu di permukaan bumi. Akibat peningkatan suhu menyebabkan lapisan es di kutub mencair dan permukaan air laut menjadi naik, menenggelamkan sebagian daratan dan pulau-pulau kecil. Luas permukaan laut meningkat, sehingga jumlah air laut yang menguap juga bertambah.



Gambar 14. Gelombang pasang

Secara tidak langsung, peningkatan suhu menimbulkan perubahan iklim dan cuaca. Iklim dan cuaca dipengaruhi oleh sinar matahari, kelembapan dan rotasi/revolusi bumi. Indonesia berada di daerah tropis sehingga beriklim tropis dengan 2 musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Bersamaan dengan meningkatnya jumlah air yang menguap kelembapan juga meningkat pada daerah tertentu. Uap air tersebut juga mengumpul lebih padat menjadi awan yang siap menjadi hujan. Curah hujan bertambah lebih banyak dari biasanya. Kelompok awan yang berlebihan ini juga mengganggu arah angin, sehingga angin panas dari daerah pantai bertemu dengan angin dingin dari daerah pegunungan. Pertemuan dua angin yang berbeda ini menimbulkan puting beliung.

Berdasarkan uraian di atas, tampak bahwa pemanasan global meningkatkan curah hujan pada daerah tertentu sehingga iklim juga berubah. Di samping itu juga bisa menimbulkan lebih banyak terjadinya puting beliung.

Konsekuensi kunci dari perubahan gas rumah kaca di atmosfer sulit diprediksi Tetapi beberapa dampak yang telah nampak yaitu sebagai berikut:

- Temperatur bumi menjadi semakin tinggi di beberapa wilayah mungkingtemperaturnya menjadi lebih tinggi dan wilayah lainnya mungkin tidak.
- Tingginya temperatur bumi dapat menyebabkan lebih banyak penguapan dan curah hujan secara keseluruhan, tetapi masing-masing wilayah akan bervariasi, beberapa menjadi basah dan bagian lainnya kering.

- Mencairnya glasier yang menyebabkan kadar air laut meningkat. Begitu pula dengan daratan pantai yang landai, lama kelamaan akan mengalami peningkatan akibat penggenangan air.
- Hilangnya terumbu karang. Sebuah laporan tentang terumbu karang yang dinyatakan bahwa dalam kondisi terburuk, populasi Karang akan hilang pada tahun 2100 karena meningkatnya suhu dan pengasaman laut sebagaimana diketahui bahwa banyak spesies lain yang hidupnya bergantung pada terumbu karang.
- Kepunahan spesies semakin meluas titik menurut penelitian yang dipublikasikan dalam majalah Nature, peningkatan suhu dapat menyebabkan kepunahan lebih dari 1 juta spesies. Sampai saat ini hilangnya spesies semakin meluas dan daftar spesies yang terancam punah terus berkembang dan bertambah.
- Kegagalan panen besar-besaran. Menurut penelitian terbaru terdapat 90% kemungkinan bahwa 3 miliar orang di seluruh dunia harus memilih antara pergi bersama keluarganya ke tempat yang beriklim baik atau kelaparan akibat perubahan iklim dalam kurun waktu 100 tahun.
- Penipisan lapisan ozon. Lapisan ozon adalah salah satu lapisan atmosfer yang berada di dalam lapisan stratosfer yaitu sekitar 17-25 km di atas permukaan bumi. Lapisan inilah yang melindungi bumi dari bahaya radiasi sinar ultraviolet (UV). Berdasarkan pengamatan satelit, diketahui bahwa lapisan ozon secara berangsur-angsur mengalami penipisan sejak pertengahan tahun 1970.

Tidak dapat disangkal bahwa lingkungan sangat berpengaruh terhadap kesehatan kita. Makhluk hidup sangat bergantung pada udara untuk bernapas, begitu juga kebutuhan terhadap air dan segala mineral bagi proses kehidupan yang terdapat di lingkungan sekitarnya. Peranan sinar matahari ternyata juga sangat berperan bagi kelangsungan makhluk hidup. Tanpa sinar matahari bukan hanya berpengaruh pada turunnya suhu secara drastis, tapi juga tumbuh-tumbuhan akan mati karena tidak bisa melaksanakan proses fotosintesis. Manusia dan makhluk hidup lainnya akan mati karena kedinginan dan kekurangan makanan. Begitu pentingnya lingkungan di sekitar kita sehingga perlu dijaga dan dilestarikan agar kehidupan tetap bisa berlangsung secara wajar di permukaan bumi.



Gambar 15. Kekeringan lahan

Tanpa sinar matahari bukan hanya berpengaruh pada turunnya suhu secara drastis, tapi juga tumbuh-tumbuhan akan mati karena tidak bisa melangsungkan proses fotosintesis. Manusia dan makhluk hidup lainnya akan mati karena kedinginan dan kekurangan makanan. Begitu pentingnya lingkungan di sekitar kita sehingga perlu dijaga dan dilestarikan agar kehidupan tetap bisa berlangsung secara wajar di permukaan bumi.

Namun seiring dengan perkembangan zaman yang diikuti dengan pembangunan bernuansa lingkungan, maka secara perlahan tapi pasti lingkungan sekitar telah mengalami perubahan. Perubahan itu ada yang berdampak positif bagi kehidupan manusia khususnya, tapi secara umum justru berdampak negatif, seperti efek rumah kaca atau pemanasan global, menipisnya lapisan ozon akibat buangan limbah secara sembarangan, dan dampak negatif lainnya.

Dapatkah Anda menemukan dampak negatif lainnya akibat perubahan lingkungan?

Perubahan iklim dan cuaca di lingkungan sekitar bisa berpengaruh terhadap kesehatan makhluk hidup. Meningkatnya permukaan air laut menyebabkan kehidupan di tepi pantai menjadi tidak layak lagi dihuni. Perubahan iklim dan cuaca bisa menyebabkan makhluk hidup perlu menyesuaikan diri dengan habitatnya. Contohnya manusia yang hidup di tepi pantai perlu memikirkan untuk evakuasi ke daratan yang lebih tinggi. Alternatif lain membangun rumah panggung atau bahkan rumah perahu.

Sekarang, dapatkah Anda membayangkan seandainya terjadi komposisi udara sudah berubah akibat adanya buangan limbah pabrik berupa polusi? Apa pengaruhnya bagi kesehatan kita? Begitu juga air yang sudah tercemar di lingkungan sekitar, dapatkah berpengaruh bagi kesehatan kita?



Gambar 16. Peristiwa es kutub mencair

Paru-paru kita membutuhkan udara yang sebagian terdiri dari campuran nitrogen dan oksigen, serta sebagian kecil karbondioksida. Udara yang sudah tercemar mengubah komposisi udara tersebut menjadi sebagian besar karbondioksida, karbonmonoksida beserta gas-gas nitrat dan sitrat yang sebetulnya bersifat korosif (merusak terhadap benda yang bersentuhan), sementara hanya sebagian kecil oksigen dan nitrogen. Begitu juga air yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup, jika tercemar oleh zat-zat yang tidak sesuai dengan tubuh akan berpengaruh terhadap kesehatan makhluk hidup pada umumnya, termasuk juga manusia, hewan dan tumbuhan.

CARA PENANGGULANGAN GLOBAL WARMING

Pemanasan global dapat diatasi dengan tindakan nyata oleh semua umat manusia di berbagai penjuru dunia. Eksploitasi alam yang selama ini dilakukan harus dikendalikan dengan baik. Mengacu pada pengertian pemanasan global di atas, berikut ini adalah beberapa upaya sederhana untuk mengatasinya:

Mengurangi Penggunaan Kendaraan Bermotor

Kendaraan bermotor sudah menjadi kebutuhan manusia saat ini sebagai alat transportasi. Namun, kita sering lupa bahwa asap kendaraan bermotor menyumbang CO₂ yang mengakibatkan pemanasan global. Untuk mencegah pemanasan global, kita bisa mengurangi penggunaan kendaraan pribadi dan menggunakan angkutan massal. Dengan begitu, polusi udara akan berkurang dan dapat membantu mengatasi pemanasan global.

Menjaga Kelestarian Alam

Eksplorasi hasil alam yang berlebihan lebih banyak merugikan ketimbang menguntungkan untuk jangka panjang. Penebangan dan pembakaran hutan untuk membuka lahan sudah seharusnya dikendalikan atau dihentikan. Menanam kembali pohon di lahan yang dibakar/ditebang merupakan langkah konkret yang bisa dilakukan untuk mengatasi pemanasan global.

Mengontrol Pemakaian Listrik

Penggunaan listrik yang berlebihan juga dapat menimbulkan pemanasan global. Hal ini terkesan sangat sepele namun dampaknya sangat besar. Lampu- lampu dan peralatan listrik dapat mengeluarkan panas. Bayangkan berapa besar panas yang dikeluarkan bila seluruh manusia di bumi menggunakan listrik secara berlebihan. Selain membantu mengatasi pemanasan global, dengan mengontrol pemakaian listrik maka kita akan lebih hemat energi dan hemat biaya.

Mengendalikan Limbah

Limbah dapat mengeluarkan gas berbahaya ke udara. Gas berbahaya ini selain menimbulkan bau busuk, juga dapat menyebabkan efek rumah kaca yang menyebabkan panas matahari terperangkap di permukaan bumi. Dengan mengendalikan limbah, baik limbah rumah tangga maupun limbah industri, maka hal ini dapat membantu mengatasi pemanasan global.

KEGIATAN SISWA 5

Engineering and Mathematic

Pada akhir pembelajaran ini kegiatan kalian yaitu Merancang sebuah miniature rumah kaca dengan memanfaatkan bahan-bahan bekas yang ada di sekitar kalian.

Untuk lebih jelasnya silahkan kalian cari literasi sains.

KEGIATAN SISWA 6

Engineering and Mathematic

Tugas akhir pada Modul ini: Secara berkelompok, buatlah Projek berupa bioetanol dengan memanfaatkan limbah yang ada di sekitar kalian sebagai upaya meminimalisir dampak dari Global warming. Silahkan browsing dari berbagai sumber tentang pembuatan bioetanol. Karena proses pembuatan bioetanol membutuhkan waktu lama, maka pengumpulan Projek ini 1 bulan setelah diberikan tugas. Selamat mengerjakan.

RANGKUMAN

Pemanasan global diawali dari cahaya matahari yang menyinari bumi, cahaya yang dipantulkan sinar matahari terperangkap dalam atmosfer yang banyak mengandung zat seperti gas sulfur dioksida (SO_2), gas karbon dioksida (CO_2), dan metana, uap air dan masih banyak lagi. Hal ini menyebabkan efek rumah kaca dan mengakibatkan panas matahari tidak dapat keluar dari permukaan bumi dan terperangkap sehingga panas matahari akan memantul kembali ke bumi.

Secara langsung, pemanasan global menimbulkan peningkatan suhu di permukaan bumi. Akibat peningkatan suhu menyebabkan lapisan es di kutub mencair dan permukaan air laut menjadi naik. Secara tidak langsung, peningkatan suhu menimbulkan perubahan iklim dan cuaca. Iklim dan cuaca dipengaruhi oleh sinar matahari, kelembapan dan mempengaruhi rotasi/revolusi bumi.

LATIHAN SOAL

Nama Sekolah :.....

Nama Siswa :.....

Kelas/Nomor Absen :.....

PETUNJUK MENGERJAKAN SOAL ESSAY!

1. Periksa dan bacalah soal-soal dengan seksama sebelum Anda menjawabnya
2. Kerjakan pada lembar yang telah disediakan dengan ballpoint bertinta hitam/biru
3. Dahulukan menjawab soal-soal yang anggap Anda mudah

1. Pencemaran lingkungan banyak sekali terjadi di sekitar kita, seperti tampak pada gambar di bawah ini.



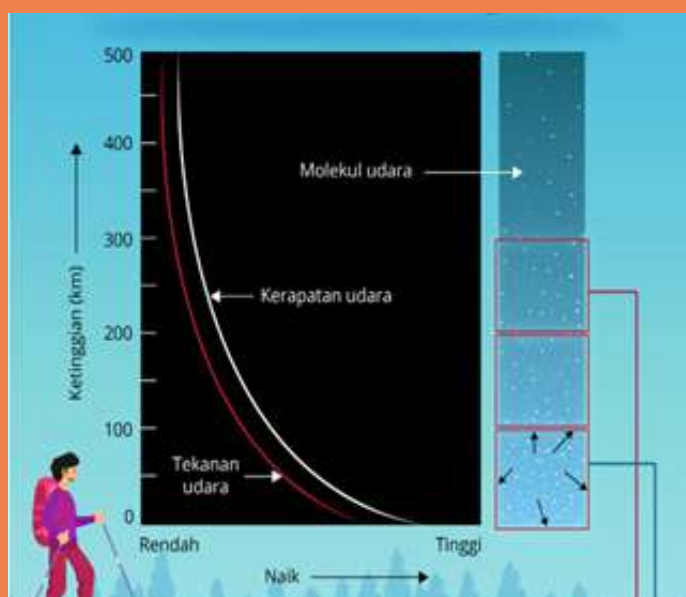
Terjadinya penyumbatan saluran air karena penumpukan sampah, sungai yang tercemar akibat limbah pabrik, atau polusi kendaraan dapat menyebabkan terganggunya (kerusakan) keseimbangan pada lingkungan sekitar, berikan tanggapanmu mengapa hal ini dapat terjadi!

2. Pada suatu pemukiman penduduk terdapat sebuah pabrik yang limbahnya dibuang langsung ke sungai tanpa diproses (diolah) dan menyatu dengan sampah yang langsung di buang penduduk ke sungai sehingga menyumbat aliran air. Hal ini tampak seperti pada gambar di bawah ini :



Sampah tersebut dapat mengganggu warga sekitar, hal ini dikarenakan lingkungan menjadi tidak bersih dan tidak sehat. Lingkungan yang tercemar menyebabkan banyak nyamuk yang berkembang biak akibatnya dapat menimbulkan wabah penyakit seperti malaria dan DBD. Berdasarkan fenomena tersebut, analisislah strategi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut!

3. Berdasarkan data hasil simulasi pengaruh ketinggian permukaan bumi terhadap suhu di atas,
Analisislah data hasil simulasi berikut !

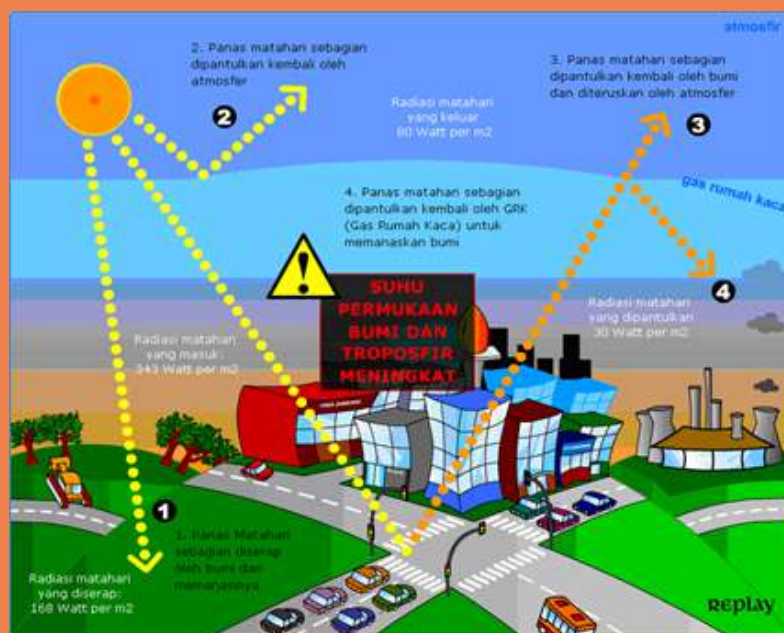


4. Amati tabel persentase komposisi gas atmosfer bumi secara garis besar di bawah ini

Gas Atmosfer Bumi	Persentase
Oksigen (O ₂)	21 %
Nitrogen (N ₂)	78 %
Argon (Ar)	0,9 %
Karbondioksida (CO ₂)	0,03 %

Oksigen yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup 21% diperoleh dari atmosfer. Saat ini, akibat aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan seperti pembakaran sampah, penebangan hutan, asap kendaraan, dan merokok dapat mencemari udara. Tercemarnya udara mengakibatkan kerugian bagi banyak makhluk hidup di bumi. Kemukakan pendapat Anda tentang bagaimana hal ini terjadi!

5. Perhatikan gambar siklus terjadinya efek rumah kaca di bawah ini !



Berdasarkan gambar di atas jelaskan 4 point utama alur siklus terjadinya efek rumah kaca yang terdapat pada setiap nomor yang tertera!

6. Bacalah artikel dibawah ini dengan seksama !

Atmosfer bumi terdiri atas bermacam-macam gas dengan fungsi yang berbeda-beda. Kelompok gas yang menjaga suhu permukaan bumi agar tetap hangat dikenal dengan istilah gas rumah kaca. Gas-gas tersebut meliputi, karbon dioksida (CO_2), nitrogen oksida, metana (H_4), dan gas industri yang mengandung fluor. Disebut gas rumah kaca karena sistem kerja gas-gas tersebut di atmosfer bumi mirip dengan cara kerja rumah kaca yang berfungsi menahan panas matahari di dalamnya agar suhu di dalam rumah kaca tetap hangat, dengan begitu tanaman di dalamnya pun akan dapat tumbuh dengan baik karena memiliki panas matahari yang cukup.

Planet kita pada dasarnya membutuhkan gas-gas tersebut untuk menjaga kehidupan di dalamnya. Tanpa keberadaan gas rumah kaca, bumi akan menjadi terlalu dingin untuk ditinggali karena tidak adanya lapisan yang mengisolasi panas matahari. Sebagai perbandingan, planet mars yang memiliki lapisan atmosfer tipis dan tidak memiliki efek rumah kaca memiliki temperatur rata-rata -320 Celcius.

Berdasarkan artikel di atas analisislah mekanisme pemanasan global yang sesuai dengan informasi pada artikel!

7. Bacalah pernyataan berikut ini !

Pada saat musim penghujan tiba, banyak jalan-jalan protokol di sejumlah kawasan mengalami kerusakan akibat genangan air yang melubangi jalan. Hal ini mendorong Walikota Bandar Lampung untuk memperbaiki jalan-jalan raya di wilayahnya. Beliau memutuskan untuk membuat jalan yang memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Ramah lingkungan
- Awet dan efisien
- Tidak membutuhkan dana besar
- Cepat dalam pengerjaan
- Dapat mengurangi dampak pemanasan global

Dari keempat kriteria di atas pernyataan analisislah solusi menurut anda pembuatan jalan yang sesuai dengan keinginan walikota tersebut!

8. Bacalah pernyataan berikut !

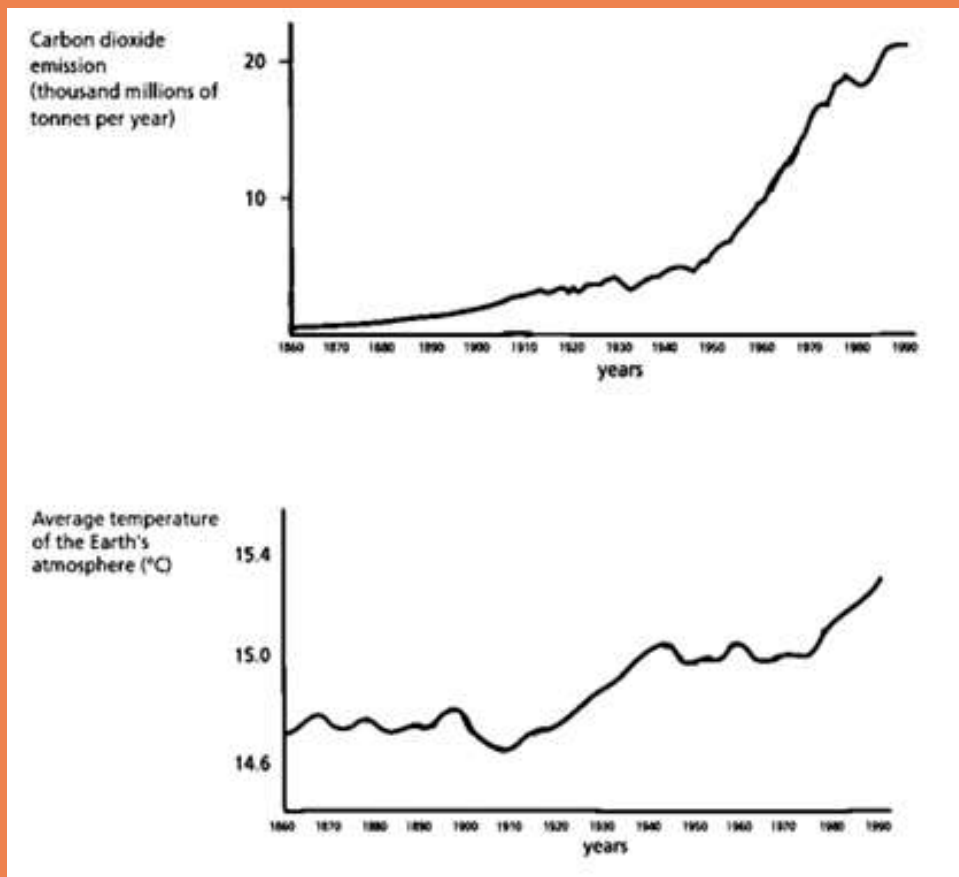
Rita tinggal di daerah dataran tinggi. Setiap saat dia bisa melihat langsung pemandangan gunung yang cukup indah. Saat pertama kali dia menempati rumahnya beberapa tahun yang lalu, setiap pagi dia merasakan kedinginan karena daerahnya sering tertutupi kabut. Namun belakangan ini, dia sering merasakan kepanasan dan jarang sekali dia bisa melihat kabut menutupi daerah sekitarnya. Hal ini dikarenakan lahan hijau di lingkungan sekitar rumahnya sudah diganti dengan pemukiman warga. Untuk mengatasi masalah Rita agar dampak pemanasan global dapat dikurangi, Rita memperbanyak pohon di sekitar rumahnya. Berikan alasan anda yang paling tepat dari solusi yang dilakukan Rita tersebut!

9. Perhatikan percobaan berikut ini !



Gambar di atas adalah dua buah toples yang diletakkan di ruangan yang terkena sinar matahari, berisi serangga dan diberikan termometer. Toples A ditutup dengan plastik rapat sedangkan toples B dibiarkan terbuka. Analisislah menurut anda, apa yang terjadi di dalam masing-masing toples tersebut?

10. Perhatikan grafik di bawah ini dengan seksama!



Grafik tersebut menyatakan jumlah emisi karbondioksida dalam ribuan juta ton per tahun dan suhu rata-rata atmosfer bumi per tahun. Berdasarkan data pada grafik tersebut buatlah kesimpulan yang sesuai dengan grafik yang di gambarkan!

SELAMAT MENGERJAKAN,, SUKSES UNTUK KALIAN.

G. PENUTUP

Kerangka kerja (framework) integrasi Pendidikan STEM untuk membangun literasi dan kompetensi STEM-Ethnopedagogy berbasis VUCA ini dirancang sebagai upaya mempersiapkan generasi tangguh di sekolah melalui pembelajaran berbasis masalah atau proyek dengan menerapkan teori designer, yaitu *Design Thinking* dan *Engineering Design Process*.

Kegiatan diawali dengan analisis kebutuhan melalui studi cross-sectional. FGD, dan wawancara secara holistik melibatkan guru-guru IPA yang tergabung pada MGMP IPA Kabupaten Lamung Selatan sebagai pilot Project. Selanjutnya akan dilakukan pelatihan STEM education dengan *Scaffolding-Teacher Development Program* berbasis TIK sehingga guru memiliki kompetensi TPACK dengan baik untuk menerapkan pendekatan STEM di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- AAAS. 1989. "Science for All Americans: A Project 2061 Report on Literacy Goals in Science, Mathematics, and Technology." *AAAS Publication 89-01S*.
- Abd-El-Khalick, Fouad. 2001. "Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But..." *Journal of Science Teacher Education* 12(3):215–33.
- Abd-El-Khalick, Fouad, and Norman G. Lederman. 2000. "Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature." *International Journal of Science Education* 22(7):665–701.
- Aikenhead, Glen S. 1996. "Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science." *Studies in Science Education* 27(1):1–52.
- Aikenhead, Glen S., and Olugbemi J. Jegede. 1999. "Cross-cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon." *Journal of Research in Science Teaching* 36(3):269–87.
- Anderson, Judy, Kate Wilson, Debbie Tully, and Jenni Way. 2019. "Can We Build the Wind Powered Car Again? Students' and Teachers' Responses to a New Integrated STEM Curriculum." *Journal of Research in STEM Education* 5(1):20–39.
- Autieri, Steven M., Aidin Amirshokoohi, and Mahsa Kazempour. 2016. "The Science-Technology-Society Framework for Achieving Scientific Literacy: An Overview of the Existing Literature." *European Journal of Science and Mathematics Education* 4(1):75–89.

- Bennett, N.; and Lemoine, G.J. 2014. What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. *Bus. Horiz.* 57, 311–317.
- Bodzin, Alec M., and Qiong Fu. 2014. "The Effectiveness of the Geospatial Curriculum Approach on Urban Middle-Level Students' Climate Change Understandings." *Journal of Science Education and Technology* 23(4):575–90.
- Bybee, Rodger W. 2013. *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA press.
- Cannon, Robert. 2017. "The Sustainability of Benefits from Educational Development Projects in Indonesia: What Do the Donors Say?"
- Cassimon, Danny, Dennis Essers, and Robrecht Renard. 2011. "An Assessment of Debt-for-education Swaps. Case Studies on Swap Initiatives between Germany and Indonesia and between Spain and El Salvador." *Comparative Education* 47(2):139–56.
- Çepni, Salih, Erol Taş, and Sacit Köse. 2006. "The Effects of Computer-Assisted Material on Students' Cognitive Levels, Misconceptions and Attitudes towards Science." *Computers & Education* 46(2):192–205.
- Chisman, D. G. 1990. *New Trends in Integrated Science Teaching*, Volume VI. Paris: Unesco.
- Chowdhury, Mohammad Anisuzzaman. 2016. The Integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society-Environment and Socio-Scientific-Issues for Effective Science Education and Science Teaching. *Electronic Journal of Science Education* 20(5):19–38.
- Clark, Sarah K., Kimberly Lott, Mark Larese-Casanova, Anne Marie Taggart, and Emma Judd. 2020. "Leveraging Integrated Science and Disciplinary Literacy Instruction to Teach First Graders to Write Like Scientists and to Explore Their Perceptions of Scientists." *Research in Science Education*.
- Collette, Alfred T., and Eugene L. Chiappetta. 1984. *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools*. ERIC.
- Council, National Research. 2000. *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. National Academies Press.
- Davies, Ian. 2004. "Science and Citizenship Education." *International Journal of Science Education* 26(14):1751–63.
- Development, Organisation for Economic Co-operation and. 2000. *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. OECD Paris.
- Development, Organisation for Economic Co-operation and. 2004. *Completing the Foundation for Lifelong Learning: An OECD Survey of Upper Secondary Schools*. OECD Paris.
- Drake, Susan, and Joanne Reid. 2018. "Integrated Curriculum as an Effective Way to Teach 21st Century Capabilities." *Asia Pacific Journal of Educational Research* 1(1):31–50.
- Finardi, Kyria, and Renata Archanjo. 2018. "Washback Effects of the Science without Borders, English without Borders and Language without Borders Programs in Brazilian Language Policies and Rights." Pp. 173–85 in *Language policy and language acquisition planning*. Springer.
- Frey, Karl. 1989. "Integrated Science Education: 20 Years On." *International Journal of*

- Science Education* 11(1):3–17.
- Gresch, Helge, Marcus Hasselhorn, and Susanne Bögeholz. 2017. "Enhancing Decision-Making in STSE Education by Inducing Reflection and Self-Regulated Learning." *Research in Science Education* 47(1):95–118.
- Haggis, Sheila, and Philip Adey. 1979. "A Review of Integrated Science Education Worldwide." *Studies in Science Education* 6(1):69–89.
- Hamisesa, Rangga Sena Aji, Fitri Handayani Nataliya, Reno Nurdiyanto, and Pujianto Pujianto. 2018. "Analyses of Junior High School Science Competencies in KTSP and Integrated-Revision of 2013 Curriculum: Reviewed from the Potential of Disaster Mitigation Education for the Shaping of a Disaster Response Character." *Journal of Science Education Research* 2(2):85–96.
- Harrell, Pamela Esprívalo. 2010. "Teaching an Integrated Science Curriculum: Linking Teacher Knowledge and Teaching Assignments." *Issues in Teacher Education* 19(1):145–65.
- Hewitt, Paul G., Suzanne Lyons, John Suchocki, and Jennifer Yeh. 2013. *Conceptual Integrated Science*. Pearson.
- Ichsan, Ilmi Zajuli, Henita Rahmayanti, Agung Purwanto, Diana Vivanti Sigit, Irwandani Irwandani, Ahmad Ali, Susilo Susilo, Edi Kurniawan, and Md Mehadi Rahman. 2020. "COVID-19 Outbreak on Environment: Profile of Islamic University Students in HOTS-AEP-COVID-19 and PEB-COVID-19." *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah* 5(1):167–78.
- Ikeda, Miyako, and Alfonso Echazarra. 2020. "International Student Assessment: Aims, Approaches and Challenges." Pp. 9–20 in *Monitoring Student Achievement in the 21st Century*. Springer.
- Jidesjö, Anders, Magnus Oscarsson, Karl-Göran Karlsson, and Helge Strömdahl. 2009. "Science for All or Science for Some: What Swedish Students Want to Learn about in Secondary Science and Technology and Their Opinions on Science Lessons." *Nordic Studies in Science Education* 5(2):213–29.
- Kahn, Michael. 1990. "Paradigm Lost: The Importance of Practical Work in School Science from a Developing Country Perspective."
- Khalili, Nasrin R., Thomas M. Jacobius, Joaquin Acevedo Mascarúa, and Enrique Ortiz Nadal. 2013. "Education without Borders: Development of an Interdisciplinary Project Based Course between IIT and ITESM." *Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education* 1(1).
- Klein, Perry D. 2006. "The Challenges of Scientific Literacy: From the Viewpoint of Second-generation Cognitive Science." *International Journal of Science Education* 28(2–3):143–78.
- Kolstø, Stein Dankert. 2008. "Science Education for Democratic Citizenship through the Use of the History of Science." *Science & Education* 17(8–9):977–97.
- Lee, Okhee, Emily C. Miller, and Rita Januszyk. 2014. "Next Generation Science Standards: All Standards, All Students." *Journal of Science Teacher Education* 25(2):223–33.
- Li, Kaimin, and Guang Li. 2018. "A Study on the Present Situation of Disaster Education in Western Yunnan." in *2018 2nd International Conference on Education Science and Economic Management (ICESEM 2018)*. Atlantis Press.
- Lockard, J. David. 1975. "Science and Mathematics Curricular Developments

- Internationally, 1956-1974: The Ninth Report of the International Clearinghouse on Science and Mathematics Curricular Developments."
- Martin, Michael O., Kelvin D. Gregory, and Steven E. Stemler. 2000. *TIMSS 1999 Technical Report*. International Study Center Chestnut Hill, MA.
- McComas, William F., and Joanne K. Olson. 1998. "The Nature of Science in International Science Education Standards Documents." Pp. 41–52 in *The nature of science in science education*. Springer.
- Mcmanus, Concepta, and Carlos A. Nobre. 2017. "Brazilian Scientific Mobility Program-Science without Borders-Preliminary Results and Perspectives." *Anais Da Academia Brasileira de Ciências* 89(1):773–86.
- Mihaela Drăghicescu, Luminița, Gabriel Gorghiu, Laura Monica Gorghiu, and Anamaria Petrescu. 2013. "Pleading for an Integrated Curriculum." *Journal of Science and Arts Year* 13(1):89–95.
- Millar, R. H. 1981. "Science Curriculum and Social Control: A Comparison of Some Recent Science Curriculum Proposals in the United Kingdom and the Federal Republic of Germany." *Comparative Education* 17(1):23–46.
- Mintzes, Joel J. 2006. *Handbook of College Science Teaching*. NSTA Press.
- Moradian, Negar, Hans D. Ochs, Constantine Sedikies, Michael R. Hamblin, Carlos A. Camargo, J. Alfredo Martinez, Jacob D. Biamonte, Mohammad Abdollahi, Pedro J. Torres, and Juan J. Nieto. 2020. "The Urgent Need for Integrated Science to Fight COVID-19 Pandemic and Beyond." *Journal of Translational Medicine* 18(1):1–7.
- Murti Laksono, K., A. Suryana, and I. Umar. 2011. "Secondary and Higher Education for Development of in Indonesia." *Journal of Developments in Sustainable Agriculture* 6(1):35–44.
- Mustadi, Ali, and Setyo Eko Atmojo. 2020. "Student's Disaster Literation in 'SETS'(Science Environment Technology and Society) Disaster Learning." *İlköğretim Online* 19(2):667–78.
- Mustafa, Nasir. 2020. "Impact of the 2019 – 20 Coronavirus Pandemic on Education." *International Journal of Health Preferences Research* 5(20):31–44.
- Nguyen, Ngoc, Athanasius Cipta, Phil Cummins, and Jonathan Griffin. 2015. *Indonesia's Historical Earthquakes: Modelled Examples for Improving the National Hazard Map*. Geoscience Australia.
- Oyao, Sheila G., Jack Holbrook, Miia Rannikmäe, and Marmon M. Pagunsan. 2015. "A Competence-Based Science Learning Framework Illustrated through the Study of Natural Hazards and Disaster Risk Reduction." *International Journal of Science Education* 37(14):2237–63.
- Prihantoro, C. Rudy. 2014. "The Perspective of Curriculum in Indonesia on Environmental Education." *International Journal of Research Studies in Education* 4(1):77–83.
- Rahman, B., A. Abdurrahman, H. Maulina, I. Sukanto, N. Nurulsari, and R. D. Putri. 1968. "Reducing the Impact of Global Warming through School Based Management Framework : Engaging Students ' Participation in Daily Life Integrated Curriculum."
- Rahman, B., A. Abdurrahman, R. Riswandi, and H. Maulina. 2019. "Green School Based Management Model as A Powerful Alternative Solution to Overcome

- Global Climate Change: A Need Assessment Survey Analysis of Teacher in Lampung, Indonesia.” *Journal of Physics: Conference Series* 1155(1).
- Roberts, D. A. 2007. “Scientific Literacy/Science Literacy. I SK Abell & NG Lederman (Eds.). Handbook of Research on Science Education (Pp. 729-780).”
- Rosidin, Undang, and Agus Suyatna. 2017. “Teachers and Students Knowledge about Global Warming: A Study in Smoke Disaster Area of Indonesia.” *International Journal of Environmental and Science Education* 12(4):777–86.
- Roth, Wolff-Michael, and Angela Calabrese Barton. 2004. *Rethinking Scientific Literacy*. Psychology Press.
- Sadler, Troy D., and Dana L. Zeidler. 2009. “Scientific Literacy, PISA, and Socioscientific Discourse: Assessment for Progressive Aims of Science Education.” *Journal of Research in Science Teaching* 46(8):909–21.
- Sasmi, Annisa Trisnia, Andri Dian Nugraha, Muzli Muzli, Sri Widiyantoro, Zulfakriza Zulfakriza, Shengji Wei, David P. Sahara, Agus Riyanto, Nanang T. Puspito, and Awali Priyono. 2020. “Hypocenter and Magnitude Analysis of Aftershocks of the 2018 Lombok, Indonesia, Earthquakes Using Local Seismographic Networks.” *Seismological Research Letters*.
- Saud, Udin, and Marilyn Johnston. 2006. “Cross-Cultural Influences on Teacher Education Reform: Reflections on Implementing the Integrated Curriculum in Indonesia.” *Journal of Education for Teaching* 32(1):3–20.
- Schleicher, Andreas. 2019. “PISA 2018: Insights and Interpretations.” *OECD Publishing*.
- Sharma, Ajay. 2012. “Global Climate Change: What Has Science Education Got to Do with It?” *Science & Education* 21(1):33–53.
- Skryabin, Maxim, JingJing Zhang, Luman Liu, and Danhui Zhang. 2015. “How the ICT Development Level and Usage Influence Student Achievement in Reading, Mathematics, and Science.” *Computers & Education* 85:49–58.
- Stinson, Kevin, Shelly Sheats Harkness, Helen Meyer, and James Stallworth. 2009. “Mathematics and Science Integration: Models and Characterizations.” *School Science and Mathematics* 109(3):153–61.
- Sudrajat, Ajat. 2019. “Integrasi Konsep Kebencanaan Dalam Implementasi Kurikulum 2013 Di Sekolah Dasar.” *Jurnal Pendidikan Dasar* 10(2):118–30.
- Supendi, Pepen, Andri Dian Nugraha, Nanang T. Puspito, Sri Widiyantoro, and Daryono Daryono. 2018. “Identification of Active Faults in West Java, Indonesia, Based on Earthquake Hypocenter Determination, Relocation, and Focal Mechanism Analysis.” *Geoscience Letters* 5(1):1–10.
- Takeuchi, Miwa A., Pratim Sengupta, Marie-Claire Shanahan, Jennifer D. Adams, and Maryam Hachem. 2020. “Transdisciplinarity in STEM Education: A Critical Review.” *Studies in Science Education* 00(00):1–41.
- Thair, Micheal, and David F. Treagust. 1999. “Teacher Training Reforms in Indonesian Secondary Science: The Importance of Practical Work in Physics.” *Journal of Research in Science Teaching* 36(3):357–71.
- Ueckert, Catherine Wilcoxson, and Julie Gess-Newsome. 2008. “Active Learning Strategies.” *The Science Teacher* 75(9):47.
- UNESCO. 2008. *ICT Competence Standard for Teacher*.
- Walberg, Herbert J. 1991. “Improving School Science in Advanced and Developing

- Countries.” *Review of Educational Research* 61(1):25–69.
- Wardana, Sindhung, Herdis Herdiansyah, and Adam Wicaksono. 2019. “Disaster Risk Management Strategy in the Environment and Disaster Mitigation-Based School (SWALIBA).” P. 12090 in *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1339. IOP Publishing.
- Wargadinata, Wildana, Iffat Maimunah, Eva Dewi, and Zainur Rofiq. 2020. “Student’s Responses on Learning in the Early COVID-19 Pandemic.” *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah* 5(1):141–53.
- Weinstein, Matthew. 2008. “Finding Science in the School Body: Reflections on Transgressing the Boundaries of Science Education and the Social Studies of Science.” *Science Education* 92(3):389–403.
- Winarno, Nanang, Dadi Rusdiana, Riandi Riandi, Eko Susilowati, Ratih Mega, and Ayu Afifah. 2020. “Implementation of Integrated Science Curriculum : A Critical Review of the Literature.” 8(June):723–45.
- Zaharah, Zaharah, Galia Ildusovna Kirilova, and Anissa Windarti. 2020. “Impact of Corona Virus Outbreak Towards Teaching and Learning Activities in Indonesia.” *SALAM: Jurnal Sosial Dan Budaya Syar-I* 7(3):269–82.
- Zeidler, Dana L. 2016. “STEM Education: A Deficit Framework for the Twenty First Century? A Sociocultural Socioscientific Response.” *Cultural Studies of Science Education* 11(1):11–26.
- Zeidler, Dana L., and Troy D. Sadler. 2008. “Social and Ethical Issues in Science Education: A Prelude to Action.” *Science & Education* 17(8–9):799–803.
- Zeidler, Dana L., Troy D. Sadler, Scott Applebaum, and Brendan E. Callahan. 2009. “Advancing Reflective Judgment through Socioscientific Issues.” *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching* 46(1):74–101.
- Zidny, Robby, Jesper Sjöström, and Ingo Eilks. 2020. “A Multi-Perspective Reflection on How Indigenous Knowledge and Related Ideas Can Improve Science Education for Sustainability.” *Science & Education* 29(1):145–85.

Dokumen pendukung luaran Tambahan #1

Luaran dijanjikan: Artikel di Jurnal Nasional terakreditasi peringkat 1-3

Target: Accepted

Dicapai: Submitted

Dokumen wajib diunggah:

1. Naskah artikel
2. Bukti submit

Dokumen sudah diunggah:

1. Naskah artikel
2. Bukti submit

Dokumen belum diunggah:

-



Science Teachers Struggles for Sustaining Undisrupted Learning During Covid-19 Outbreak In The Indonesia Rural Area: A Cross-Sectional Mixed Methods Exploration

**Abdurrahman Abdurrahman*¹), Hervin Mulina¹, Novinta Nurulsari¹,
Ismu Sukanto², Ahmad Naufal Umam³, Bujang Rahman⁴**

¹Physics Education Department, University of Lampung

²Elementary Education Department, University of Lampung

³Daarul Ilmu Senior High School, Bandar Lampung

⁴Educational Management Department, University of Lampung

*Email: abdurrahman.1968@fkip.unila.ac.id

DOI:

Accepted:... .Approved: Published: ...

The COVID-19 pandemic has created a wide range of problems and changes in several segments of life including education. The education system has undergone a significant transformation, starting from the transition to online and digital learning due to the closure of schools, institutions, and other learning spaces which of course have an impact on students and all practitioners. Social distancing policies and movement restrictions have significantly disrupted traditional educational practices. Reopening schools after easing restrictions is another challenge with many new protocols or standards being put in place. This study aims to critically describe the extent of creativity and struggle of science teachers to continue to provide meaningful learning to students during the COVID-19 pandemic in remote areas specifically in Indonesia. A cross-sectional mixed-methods study was conducted in Indonesia's remote and risk areas. Anonymous self-reported questionnaires were collected from 119 science teachers who attended the reflective learning coaching and scaffolding activities in ethnopedagogy-STEM Education practices. Focus group discussion and in-depth interviews were concurrently conducted alongside the questionnaire survey. This study describes the facts and conditions in the field regarding teaching and learning practices carried out by teachers with the policy of discontinuing face-to-face teaching. There is a fear of missing out on the 2020 school year or even more in the future. However, teachers continue to strive to ensure the continuity of the meaningful science learning process in the midst of the COVID-19 pandemic crisis in vulnerable areas, including remote areas with limited learning facilities and infrastructure. This study also describes powerful alternative solutions to assist teachers in designing applicable and adaptive learning.

Keywords: *undisrupted learning, rural area*

INTRODUCTION

The Covid-19 pandemic has massively affected education systems around the world, causing the closure of educational institutions from schools to universities in most countries in the world. According to the latest report from (UNESCO, 2020), more than 1.9 billion students from more than 190 countries have been forced to leave school due to the pandemic. The closure of educational institutions from schools to universities not only has an impact on teachers, students, and their families, but also has a comprehensive impact on the social, economic, and even political structure of society, especially in low-income countries, thus affecting the process and quality of education and learning. McBride et al., 2021; Tisdell, 2020). In other words, the Covid-19 pandemic has almost the same conditions as other crises, the only difference being that Covid-19 is a global disaster and its impact still dominates all aspects of life, especially the education ecosystem (Mishra et al., 2020; Panther et al., 2021).

Governments in countries around the world, including developing countries, have announced emergency lockdowns to combat the spread of Covid-19, especially in Indonesia, where until now there is no sign of the crisis ending. Until the end of 2020 there were almost 45.3 million students in Indonesia forced to study from home even when this research was taking place positive cases of COVID-19 in Indonesia still showed a significant increase (Aditya, 2021). As stated earlier, schools and higher education institutions were temporarily closed during the pandemic but the government through teachers as the driving force for educational institutions must continue to strive to ensure that students can continue to study well (Alea et al., 2020; O'Brien et al., 2020). Therefore, almost all education experts believe that this global crisis has caused a paradigm shift in education and will result in the development of an integrated pedagogy of technology in the teaching and learning process. This means that there is no other choice but distance learning or online learning to be the only choice that must be experienced by teachers and students (R. H. Huang et al., 2020; Tartavulea et al., 2020). Thus, during the Covid-19 crisis, teachers are expected to be able to apply this new educational paradigm by distance learning using various tools, both those that are already available and those that must be provided so that the learning process continues.

The sudden change of circumstances, and the transformation from traditional face-to-face learning to online learning, have highlighted the unpreparedness of schools and teachers to

adapt to change, which has forced them to seek alternative methods (Khlaif et al., 2021; König et al., 2020). Teachers must recognize that every crisis context requires new ways of thinking and new ways of teaching (Adnan & Anwar, 2020; Ali, 2020; Dube, 2020), and through crises, teachers must support their students to develop their competencies, skills and communication. During crises, teachers also try to prepare students cognitively, emotionally, and practically to respond wisely, morally, and skillfully (Adedoyin & Soykan, 2020; Bozkurt & Sharma, 2020; Daniel, 2020). In addition, teachers face major challenges in implementing online learning, for example, digital literacy inequalities among students, poor and inappropriate content and teaching materials, lack of support and training, and teaching quality problems due to internet connection (Burnett et al., 2020; R. Huang et al., 2020; Lassoued et al., 2020). Despite the complex and unpredictable instructional circumstances due to the Covid-19 crisis, private and small group initiatives have begun to fill educational gaps to meet the essential needs of learners (Azevedo et al., 2021; Clark et al., 2021; Zhao, 2020).

The most important factor influencing online teaching is the digital competence of teachers and students (Guillén-Gámez et al., 2020; Instefjord & Munthe, 2017; König et al., 2020; Pettersson, 2018). In developed countries where most of the population is online and schools are already using online mode for teaching, the transition to online teaching mode is not too difficult, but in developing countries such as Indonesia, especially in remote and rural areas, where the use of online mode for teaching cannot take place well and smoothly, this shift has created many challenges (Aliyyah et al., 2020; Lassoued et al., 2020). The first and foremost challenge is the availability of digital devices and high-speed internet connections for students to participate in online learning endeavors (Alfoudari et al., 2021; Freeman et al., 2016; Hassan et al., 2020). In addition, in this time of crisis, this new habit has disrupted the mental health of students, so it must be considered and considered in online learning, where students really need attention and support because they may feel threatened and afraid, so they sometimes feel bored and depressed when online learning (Bolatov et al., 2021; Chaturvedi et al., 2021; Wang et al., 2020). The next challenges identified were the lack of experience in online teaching and relevant materials to support it (audio and video recorded content), short preparation time and inadequate support from educational technology staff as the main

challenges for switching to online teaching (Bao, 2020; Moorhouse, 2020; Muflih et al., 2020)

It has been revealed that the digital and professional competence of teachers is the key to success in online learning, especially in this time of crisis. In addition, using a curriculum designed for face-to-face learning in emergency distance teaching is a major challenge for teachers (Keegan & Bannister, 2021; Ross & Committee, 2020; Zhu & Liu, 2020). Currently, there are still many teachers facing technical problems in creating electronic content and in delivering online instructions. Another challenge to the quality of online teaching stems from digital literacy inequality which can cause frustration among teachers and students which has an impact on the low achievement of student competencies (Khlaif et al., 2021). It is very difficult to provide equal digital opportunities to all teachers and students. This causes online learning to not work well.

Simultaneously, in the context of the current pandemic, (Reimers et al., 2020) through the OECD recommends schools to improve communication and services at all levels and levels of education, to ensure appropriate support for vulnerable teachers and students, to have sustainability plans and remain flexible in terms of distance education strategies. Therefore teachers have to keep struggling to teach online and some of them use easy tools and perhaps unsophisticated strategies to stay connected with students effectively. Furthermore, in order to ensure student engagement and evaluation focused on learning in virtual environments during this pandemic, teachers must develop various learning strategies (Alawamleh et al., 2020; Azlan et al., 2020). Various efforts and struggles of teachers to ensure the continuity of student learning during the pandemic have been widely reported by previous researchers, but few have reported how the efforts of teachers in remote and rural areas with more unique and risky challenges in creating undistorted learning. This study aims to critically describe the extent of creativity and struggle of science teachers to continue to provide meaningful learning to students during the COVID-19 pandemic in remote areas specifically in Indonesia.

METHODS

Research Design

The context of the pandemic and other critical events often poses a number of challenges for teachers, especially science teachers, especially efforts to continue to present online learning to maintain student involvement in remote areas within the limitations of online learning facilities. This study adopted a sequential design of quantitative-qualitative mixed method explanation or mixed method (Creswell & Clark, 2017). We therefore conducted a cross-sectional

study to describe the experiences and efforts of science teachers in rural or remote areas with all the limitations of online learning tools. The quantitative approach is carried out using a cross-sectional questionnaire which is considered capable of providing reliable, valid, objective and generalizable findings if given to a sufficient number of participants (Fraenkel et al., 2012). Furthermore, through an exploratory phenomenological approach, we then investigated the supporting factors and barriers to science learning during the pandemic with FGDs and used semi-structured in-depth interviews to explain the quantitative data from the survey.

Data collection

The study was conducted between 24 July and 8 August 2020, by administering 119 online questionnaires to eligible respondents at random from 173 science teachers in Lampung Province, Southern Sumatra Island, Indonesia, who teach junior high schools. Furthermore, the sample teachers were randomly contacted by telephone/whatsapp by the research assistant and a questionnaire was administered to those who voluntarily agreed to participate via WAG. The questionnaire was delivered to the teacher via an online platform and took about 5 to 10 minutes to respond. Due to the pandemic, the data collection process cannot be done face-to-face, so participants can be reached through online platforms such as social media and messaging applications. The researchers used a qualitative approach to data collection, and different qualitative strategies were used including semi-structured interviews with teachers who had demonstrated technology initiatives to use ICT. Interviews allow researchers to hear about hands-on experiences from practitioners that can enrich the data needed for research (Creswell et al., 2007). In addition, three focus group sessions were conducted with teachers, with each focus group consisting of seven to eight participants from various backgrounds. Next, the researchers observed online teaching sessions and students' performance in learning science through social media (eg Facebook and Instagram) that teachers and students used to document learning outcomes during the pandemic.

The data obtained from the questionnaires were coded and then analyzed using descriptive statistics. The results are used to understand the experience of teachers in utilizing digital technology in the teaching and learning process as well as to overcome a number of problems where online learning cannot run properly. Meanwhile, the interview data were transcribed verbatim and analyzed in Indonesian. The researcher immerses himself in the data to become familiar with it by reading and rereading the data. Then, the data is categorized into emerging themes. Each response is coded and grouped into categories. Categories with more responses are marked as prominent. The categories are then identified for patterns and trends. The identified categories are used to describe more understanding of teachers' readiness through their perspectives and

experiences. The researchers used a qualitative approach for data collection, and different qualitative strategies were used including semi-structured interviews with teachers who had demonstrated technology initiatives to use ICT.

Data Analysis

Descriptive analysis

The data obtained from the questionnaires were coded and then analyzed using descriptive statistics. Furthermore, the data was first captured into a Microsoft Excel Spreadsheet, cleaned and coded before being analyzed with SPSS (version 21). Descriptive statistical analysis (mean, frequency and percentage) was run to compare the relevant variables of interest. An image representation of the data is also presented in the appropriate bar chart. Statistical significance was determined at the 95% confidence level.

Thematic analysis

Meanwhile, data from interviews were transcribed verbatim. The researcher immerses himself in the data to become familiar with it by reading and rereading the data. Then, the data is categorized into emerging themes. Each response is coded and grouped into categories. Categories with more responses are marked as prominent. The categories are then identified for patterns and trends. The identified categories are used to illustrate more understanding of teacher readiness through their perspectives and experiences.

All free text responses provided were analyzed using general principles of thematic analysis to

identify themes related to burnout. Data were reviewed by independent researchers to ensure coding consistency. Researchers used thematic analysis in the process of data analysis. Thematic analysis is a qualitative analytical method for categorizing, analyzing, and reporting patterns (themes) in data (Terry et al., 2017). Files recorded for semi-structured interviews and focus group sessions were transcribed verbatim. Transcription files were sent to participants to add or edit additional information, but they didn't change anything. First, the researcher analyzed the semi-structured interview data individually by reading the script line by line and analyzing the data based on ideas related to the research question. Then, each researcher constructs the themes and subthemes that emerge from the data. Researchers met to discuss themes and subthemes to reach agreement on the final theme. The final themes and subthemes that emerged from the interview data were used to analyze the data from the focus group sessions.

RESULTS AND DISCUSSION

A. Demography of Participants

Table 1 shows that the research participants are generally senior teachers who teach from 11 to 15 years and over 15 years, with the composition of female teachers far more than male teachers. The good thing we can see is that all teachers already have online learning tools to support online learning activities.

Table 1. Demographic of respondents associated with learning experiments

Respondents Characteristics		Under 5 years		From 5 to 10 years		From 11 to 15 years		Over 15 years	
		Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent
Gender	Male	5	4.20	2	1.68	5	4.20	15	12.60
	Female	1	0.84	6	5.04	31	26.05	54	45.38
School types	Public Schools	5	4.20	7	5.88	43	36.13	63	52.94
	Private Schools	1	0.84	1	0.84	3	2.52	6	5.04
Kepemilikan perangkat belajar online	Laptop	6	5.04	8	6.72	46	38.66	69	57.98
	HP/ Tablet/ Smartphone	6	5.04	8	6.72	46	38.66	69	57.98

B. Teachers responses

Table 2 shows the fact that the ability of teachers to utilize ICT media is still weak. but they have a high interest to learn it. It seems that teachers are still experiencing obstacles in the transition process from face-to-face education to digital education (Zarei & Mohammadi, 2021). Even though, ICT media in online learning is a very potential support system (Wen, Gwendoline, & Lauyang, 2021) and can make it easier for teachers to deliver material. However, the

intention of the teachers to fulfill the student's learning needs is good. It can be seen from their statements about the importance of hearing the obstacles, difficulties, and things that are felt by students during the learning process. Teachers have also tried to optimize the achievement of competence by students by always monitoring student performance during the online learning process, as well as varying the tasks given.

Table 2. Teachers' Perceptions and Attitudes towards Online Learning

Statements	Teacher responses (%)			
	SA	A	D	SD
Online learning during the Covid-19 pandemic stresses me out because my ability to utilize ICT media is still weak	5.36	23.21	39.29	32.14
I am always eager to develop my skills in managing online learning with the help of ICT	44.64	48.21	5.36	1.79
Teachers need to monitor student progress/performance every time the teacher posts material in online learning	62.50	37.50	0.00	0.00
According to me, it is very important to provide a private chat room for students so that they can discuss with each other freely about their experiences and feelings during the lesson (without any teacher access in it).	26.79	51.79	19.64	1.79
According to me, it is important to provide information regarding what and how the activities will be carried out by students as well as the assessment system that will be applied before online learning begins.	53.57	44.64	0.00	1.79
According to me, it is very necessary to open additional communication channels (besides the main channel) so that teachers can easily convey messages to students.	42.86	57.14	0.00	0.00
According to me, asking and listening to students' needs/barriers in online learning needs to be done not only at the beginning/end of learning but also during the learning process.	48.21	48.21	1.79	1.79
The teacher always gives assignments for each topic being studied so that students master all learning materials optimally.	19.64	58.93	19.64	1.79
The tasks given in online learning should be varied.	46.43	53.57	0.00	0.00
I always monitor and control the progress/performance of students in studying the material I provide in online learning.	21.43	46.43	28.57	3.57
I always pay attention to student involvement in online learning during the pandemic.	41.07	58.93	0.00	0.00

Table 3. Teachers' Attitudes and Experiences against Curriculum Changes during the Covid-19 Pandemic

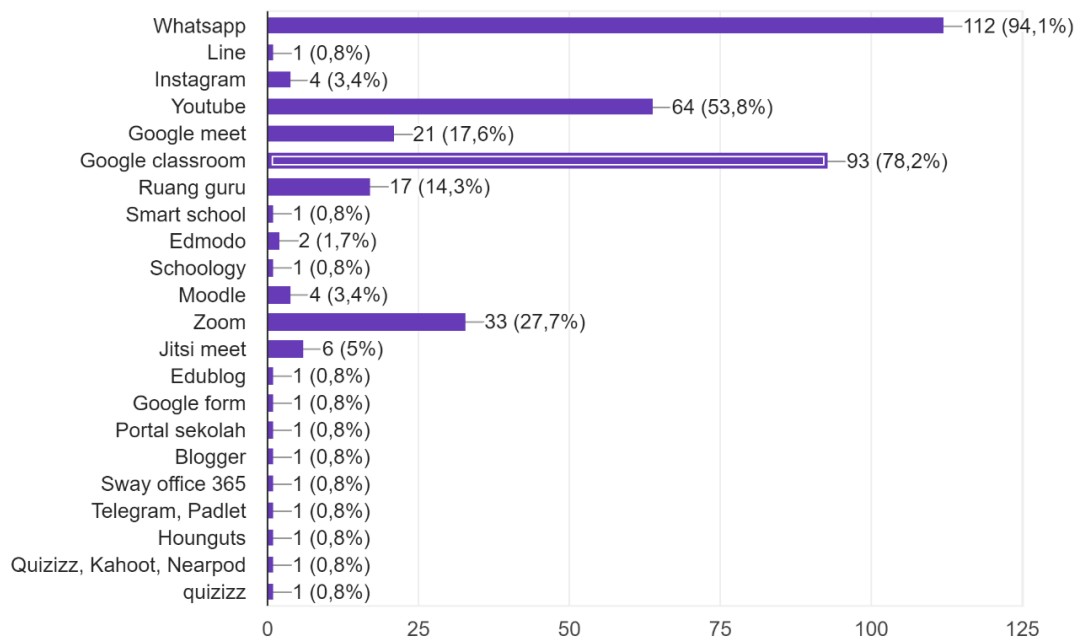
Statements	Teacher responses (%)			
	SA	A	D	SD
I have read and understood the new regulations regarding changes in KI and KD curriculum in SK Ka. Balitbang and Perbukuan No. 018/H/KR/2020 which contains disaster literacy at the junior high school level.	25.00	64.29	7.14	3.57
I have difficulty implementing changes to the curriculum and learning system in the new normal era	3.57	39.29	42.86	14.29
It is very important to continue to integrate disaster literacy content (natural and non-natural) in learning in the midst of the Covid-19 pandemic.	30.36	66.07	3.57	0.00
I have difficulty implementing models/strategies/methods that are in line with curriculum changes during the Covid-19 pandemic because of online-based learning.	7.14	48.21	35.71	8.93
I find it difficult to modify the learning tools that I will use (RPP. LKS. Teaching Materials. Assessment Instruments) in accordance with curriculum changes during the Covid-19 pandemic without ignoring the threat of natural disasters that may occur.	8.93	44.64	33.93	12.50
I always communicate efforts to prevent the transmission of COVID-19 to students and the school environment.	37.50	60.71	1.79	0.00
I always remind students to stay alert to possible disasters that will occur and how to deal with them.	39.29	57.14	3.57	0.00
I always share the latest information related to Covid-19 to students and the	30.36	62.50	5.36	1.79

school environment.				
I always direct students to obtain information and news related to Covid-19 from credible/trustworthy sources.	32.14	60.71	5.36	1.79
I still feel worried every time I go to school and meet colleagues.	14.29	39.29	23.21	23.21

The difficulties experienced by teachers can be identified from Table 3. Teachers have difficulty in implementing the transformation of the curriculum and learning system which almost all lead to digital-based learning. Even. Teachers also have difficulty implementing adaptive models/approaches/strategies in online learning. Even though, the current need is that teachers must be able to innovate and implement alternative education systems and assessment strategies in the online/digital learning process (Pokhrel & Chhetri. 2021). Besides that. Teachers also have an obligation to maintain the stability of students and themselves psychologically in the face of the Covid-19 pandemic.

C. Various Learning Platform

One of the first efforts that teachers make to ensure that learning takes place is the use of various Learning Management System (LMS) platforms, social media, and web conferences (See Figure 1). Actually, teachers have tried to provide the best service to students with various platforms that have good flexibility. More than ten platforms are offered, but the limitations of the internet network and ownership of electronic devices such as computers and smartphones are very limited to students in remote areas, only a few students whose parents are capable enough to buy these tools.



Noted: The percentages represent the frequency of the tools and concepts reported by the participants in both the interviews and focus group sessions. Participants reported different tools and concepts many times

Figure 1. Frequency of the Learning Platform reported by the participants in the interviews and focus group sessions

Based on Figure 1, WhatsApp is currently one of the most favourite platforms with very high flexibility in accordance with the digital literacy of parents of students in remote areas. The ease of delivering content and monitoring student assignments is the reason why teachers choose this platform as the main alternative for online learning during a pandemic. In addition, teachers can also monitor student group work activities through GWA which can conduct online meetings via video calls. These results indicate that students are more involved in using WhatsApp as part of their learning tasks. They found that

discussions conducted before and after learning were useful and effective and increased their motivation to actively participate in learning. This study confirms that the use of WhatsApp as part of a learning task is considered to be able to have an impact on active learning and improve collaborative learning before and after learning. (Dahdal, 2020; Motaung & Dube, 2020).

The best solution that teachers do to build face-to-face communication with students is by recording explanations sent via WhatsApp groups. Recorded teacher explanations were also sent to the

WhatsApp group to provide feedback to students. Observations show that this method helps students with poor communication skills to interact more effectively with teachers than during face-to-face learning. It can be concluded that the use of social media and social networking applications can be useful as a useful communication and learning tool for developing countries (Khan, 2011).

The conclusion of the research is presented briefly, narrative, non-bulleted, and conceptual. The research impact must be stated.

Table 5. Obstacles, Learning Strategy, and Teacher Efforts

Obstacles	Strategy	Teacher Efforts	Students Activities
Weak internet connection	Flipped Classroom	On every weekend the teacher goes to school to give a number of assignments in the form of worksheets or handouts. Next week take the results of student work after the learning session process is complete	Then in turns (not crowding) students take the assignment at school, complete assignments, and attend web meetings (Zoom, Google meet, or WA group video conference)
Weak internet connection and most students don't have gadgets/laptops	Multiple representations approach	Giving contextual assignments with various modes of representation to students (including integrating material with the Covid-19 outbreak) through the use of various tools, such as infographics, posters, simulations, etc.	Express their knowledge in various representational models in every task or study modules, worksheets, handouts, etc., either manually or using computer technology or mobile devices.
the limited number of students who have gadgets/laptops	Integrated STEM Approach	- STEM-PBL Guide students to make simple OHP using a cell phone and a convex lens - The STEM-PjBL Project links the threat of global temperature rise and pandemics	Can use simple OHP in groups (5-8 people) at home. Making posters in the form of an invitation to protect the earth and designing examples of renewable energy projects (waterwheels) to produce micro hydro electrical energy
Low parental support for online learning	Socio-Scientific Issue approach	Strengthen peer coaching in a group of students who live nearby	Forming WhatsApp Group and interacting positively with each other in the context of peer coaching

A number of assignments are given by the teacher which are delivered periodically at school on weekends, for students who do not have an online device, they take turns students take their assignments at school so as not to cause a crowd. For students who have an online device, the teacher sends assignments via LMS or WhatsApp. The integrated thematic learning approach with a unifying theme about the Covid-19 Pandemic has succeeded in growing students' creativity in completing assignments. The visual representation ability shown by students through the posters they made has been able to improve literacy and skills in avoiding and saving

D. Learning Approaches/Strategies

Based on the results of FGDs and interviews, Table 5 describes a number of obstacles, strategy, teacher facilitation, and the involvement of students to continue to study in the midst of the COVID-19 pandemic and limited learning facilities.

themselves from exposure to COVID-19 (see Figure 2). In this case, several teachers said that they were greatly helped by integrated science learning with the theme of the COVID-19 pandemic, especially in students' multi-representation skills.

“Providing a variety of independent learning experiences can help students stay actively involved in the learning process. The use of visual representations in the form of posters or comics is a tool that students really like and fosters student creativity in solving problems posed in learning”

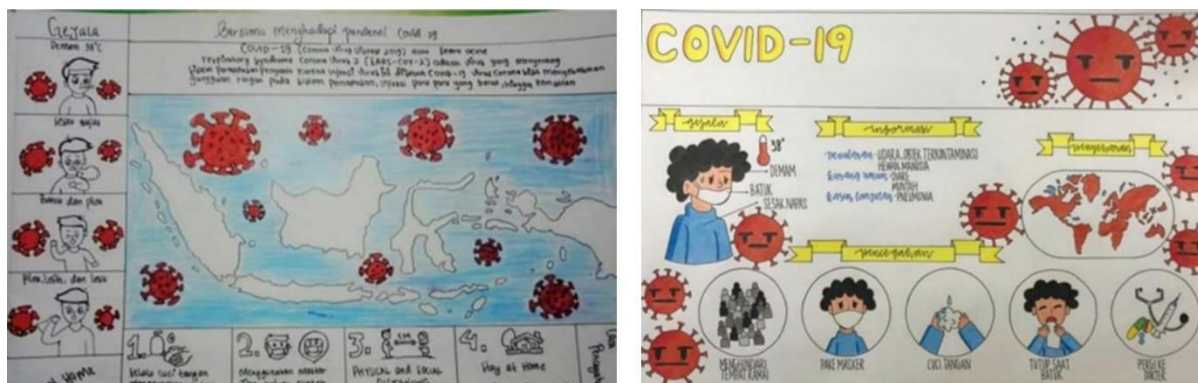


Figure 2. (a) Students visual representations of Covid-19 situation in Indonesia (b) Students visual representations of how we can fight Covid-19

Various forms of visual representation allow scientific discovery and scientific reasoning as scientists conduct research. Likewise in science education, visual representation is important as a means to promote students' understanding of science concepts and scientific thinking skills (Yoon, 2018). Besides that, Visual representation is very important to communicate ideas in the science and Visual representations of objects and processes can be tools for developing and monitoring understanding (Erduran & Kaya, 2018).

E. Home Visit Teacher

Teacher visits to students' homes are carried out by teachers if online learning is really felt to be very ineffective with various obstacles that can no longer be

controlled by teachers and schools. Support for online learning facilities is very limited and the distance between students and schools is quite far, so one of the efforts made by teachers to keep students learning is to gather a group of students who live close together and with green zone status and the teacher visits them once a week. The teacher's activities during the visit included: (1) strengthening the important concepts that students learned from their textbooks (tutorials); (2) assistance in completing tasks (problem-solving facilitating); (3) strengthening motivation, self-efficacy, and reducing student learning anxiety during the covid-19 pandemic; (4) strengthening cooperation between teachers and parents in creating a more conducive learning atmosphere at home during school closures.



Figure 3. A Home Visit Teacher Activity

Some teachers revealed that there are several advantages that students get when studying by being visited by the teacher. In addition to getting enthusiasm and encouragement to continue learning during the pandemic, you can also freely ask questions and discuss with teachers and colleagues in discussing concepts that are quite difficult. Parents are also relieved because so far there have been extraordinary concerns with the education process of their children.

the teacher in the midst of being tired of facing the difficulties of learning online spurred them to continue to explore the material that they should master. Besides that, visits to students' homes can reduce parental anxiety in accompanying their children to study online"

"a number of students felt very surprised and re-motivated their enthusiasm for learning, the presence of

The presence of a teacher in a group of students at home since the impact of the spread of COVID-19 has become one of the efforts to provide moral support for students and their families so that the student learning process at home continues comfortably. As has also

been done in Japan and Thailand, especially for certain areas, teachers make visits to student group homes to monitor student learning progress and motivate parents to stay enthusiastic about accompanying their children to learn (Aliyyah et al., 2020 ; Chang & Yano, 2020). Even in some countries, teacher visits are one of the best ways for students to continue studying in the midst of massive school closure policies due to the Covid-19 pandemic wave attack (Peterson et al., 2020; Thomas et al., 2020; Zhang et al., 2020).

CONCLUSION

Ensuring the continuity of the meaningful science learning process in the midst of the COVID-19 pandemic crisis in vulnerable areas, including remote areas with limited learning facilities and infrastructure, requires teachers to always create a number of applicable learning strategies. The difficulty of synchronous learning with various LMS platforms that allow virtual face-to-face interaction between teachers and students due to limited hardware (laptops and smartphones) and weak internet connections, science teachers try to present asynchronous learning with various strategies that are suitable for every learning potential student. The STEM and socio-scientific approach with the flipped classroom strategy is a very appropriate alternative by providing a number of student learning experiences that are oriented towards real life application projects. In addition, the multimodal representation approach can also be a wise choice on special topics that involve students expressing their scientific tasks and findings in the form of various representations such as posters, concept maps, or simple simulations. The development of various potentials and benefits of various learning strategies, both synchronous and asynchronous by teachers, needs to be continuously improved through the TPACK-based teacher professional development program to welcome science learning for all in the post-pandemic new normal era.

REFERENCES

- Adedoyin, O. B., & Soykan, E. (2020). Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. *Interactive Learning Environments*, 1–13.
- Aditya, D. S. (2021). Embarking Digital Learning Due to COVID-19: are Teachers Ready? *Journal of Technology and Science Education*, 11(1), 104–116. <https://doi.org/10.3926/jotse.1109>
- Adnan, M., & Anwar, K. (2020). Online Learning amid the COVID-19 Pandemic: Students' Perspectives. *Online Submission*, 2(1), 45–51.
- Alawamleh, M., Al-Twait, L. M., & Al-Saht, G. R. (2020). The effect of online learning on communication between instructors and students during Covid-19 pandemic. *Asian Education and Development Studies*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/AEDS-06-2020-0131>
- Alea, L. A., Fabrea, M. F., Roldan, R. D. A., & Farooqi, A. Z. (2020). Teachers' Covid-19 awareness, distance learning education experiences and perceptions towards institutional readiness and challenges. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(6), 127–144.
- Alfoudari, A. M., Durugbo, C. M., & Aldhmour, F. M. (2021). Understanding socio-technological challenges of smart classrooms using a systematic review. *Computers & Education*, 173, 104282. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.comp.edu.2021.104282>
- Ali, W. (2020). Online and remote learning in higher education institutes: A necessity in light of COVID-19 pandemic. *Higher Education Studies*, 10(3), 16–25.
- Aliyyah, R. R., Rachmadtullah, R., Samsudin, A., Syaodih, E., Nurtanto, M., & Tambunan, A. R. S. (2020). The perceptions of primary school teachers of online learning during the COVID-19 pandemic period: A case study in Indonesia. *Journal of Ethnic and Cultural Studies*, 7(2), 90–109.
- Azevedo, J. P., Hasan, A., Goldemberg, D., Geven, K., & Iqbal, S. A. (2021). Simulating the potential impacts of COVID-19 school closures on schooling and learning outcomes: A set of global estimates. *The World Bank Research Observer*, 36(1), 1–40.
- Azlan, C. A., Wong, J. H. D., Tan, L. K., A.D. Huri, M. S. N., Ung, N. M., Pallath, V., Tan, C. P. L., Yeong, C. H., & Ng, K. H. (2020). Teaching and learning of postgraduate medical physics using Internet-based e-learning during the COVID-19 pandemic – A case study from Malaysia. *Physica Medica*, 80, 10–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.10.002>
- Bao, W. (2020). COVID -19 and online teaching in higher education: A case study of Peking University . *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(2), 113–115. <https://doi.org/10.1002/hbe2.191>
- Bolatov, A. K., Seisembekov, T. Z., Askarova, A. Z., Baikanova, R. K., Smailova, D. S., & Fabbro, E. (2021). Online-Learning due to COVID-19 Improved Mental Health Among Medical Students. *Medical Science Educator*, 31(1), 183–192. <https://doi.org/10.1007/s40670-020-01165-y>
- Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to CoronaVirus pandemic. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), i–vi.
- Burnett, J. W., Burke, K. A., Stephens, N. M., Bose, I., Bonaccorsi, C., Wade, A. M., & Awino, J. K. (2020). How the COVID-19 pandemic changed chemistry instruction at a Large Public University in the Midwest: Challenges met,(some) obstacles overcome, and lessons learned. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2793–2799.
- Chang, G.-C., & Yano, S. (2020). How are countries addressing the Covid-19 challenges in education? A snapshot of policy measures. *World Educ. Blog*.
- Chaturvedi, K., Vishwakarma, D. K., & Singh, N. (2021). COVID-19 and its impact on education, social life and mental health of students: A

- survey. *Children and Youth Services Review*, 121, 105866. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105866>
- Clark, A. E., Nong, H., Zhu, H., & Zhu, R. (2021). Compensating for academic loss: Online learning and student performance during the COVID-19 pandemic. *China Economic Review*, 68, 101629.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark Plano, V. L., & Morales, A. (2007). Qualitative research designs: Selection and implementation. *The Counseling Psychologist*, 35(2), 236–264.
- Dahdal, S. (2020). Using the WhatsApp social media application for active learning. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(2), 239–249.
- Daniel, J. (2020). Education and the COVID-19 pandemic. *Prospects*, 49(1), 91–96.
- Dube, B. (2020). Rural online learning in the context of COVID 19 in South Africa: Evoking an inclusive education approach. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 10(2), 135–157.
- Erduran, S., & Kaya, E. (2018). Drawing nature of science in pre-service science teacher education: Epistemic insight through visual representations. *Research in Science Education*, 48(6), 1133–1149.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*.
- Freeman, J., Park, S., Middleton, C., & Allen, M. (2016). The Importance of Broadband for Socio-Economic Development: A Perspective from Rural Australia. *Australasian Journal of Information Systems*, 20, 1–18. <https://doi.org/10.3127/ajis.v20i0.1192>
- Guillén-Gámez, F. D., Mayorga-Fernández, M. J., Bravo-Agapito, J., & Escribano-Ortiz, D. (2020). Analysis of Teachers' Pedagogical Digital Competence: Identification of Factors Predicting Their Acquisition. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-019-09432-7>
- Hassan, M. M., Mirza, T., & Hussain, M. W. (2020). A Critical Review by Teachers on the Online Teaching-Learning during the COVID-19. *International Journal of Education and Management Engineering*, 10(6), 17–27. <https://doi.org/10.5815/ijeme.2020.05.03>
- Huang, R. H., Liu, D. J., Tlili, A., Yang, J. F., & Wang, H. H. (2020). *Handbook on facilitating flexible learning during educational disruption: The Chinese experience in maintaining uninterrupted learning in COVID-19 outbreak*. Beijing: Smart Learning Institute of Beijing Normal University, 1–54.
- Huang, R., Tlili, A., Chang, T.-W., Zhang, X., Nascimbeni, F., & Burgos, D. (2020). Disrupted classes, uninterrupted learning during COVID-19 outbreak in China: application of open educational practices and resources. *Smart Learning Environments*, 7(1), 1–15.
- Insteffjord, E. J., & Munthe, E. (2017). Educating digitally competent teachers: A study of integration of professional digital competence in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 67, 37–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.016>
- Keegan, D. A., & Bannister, S. L. (2021). More than moving online: Implications of the COVID-19 pandemic on curriculum development. *Medical Education*, 55(1), 101–103. <https://doi.org/10.1111/medu.14389>
- Khan, T. M. (2021). Use of social media and WhatsApp to conduct teaching activities during the COVID-19 lockdown in Pakistan. *International Journal of Pharmacy Practice*, 29(1), 90.
- Khlaif, Z. N., Salha, S., Affounch, S., Rashed, H., & ElKimishy, L. A. (2021). The Covid-19 epidemic: teachers' responses to school closure in developing countries. *Technology, Pedagogy and Education*, 30(1), 95–109. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1851752>
- König, J., Jäger-Biela, D. J., & Glutsch, N. (2020). Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 608–622.
- Lassoued, Z., Alhendawi, M., & Bashithalshaer, R. (2020). An exploratory study of the obstacles for achieving quality in distance learning during the COVID-19 pandemic. *Education Sciences*, 10(9), 232.
- McBride, O., Murphy, J., Shevlin, M., Gibson-Miller, J., Hartman, T. K., Hyland, P., Levita, L., Mason, L., Martinez, A. P., & McKay, R. (2021). Monitoring the psychological, social, and economic impact of the COVID-19 pandemic in the population: Context, design and conduct of the longitudinal COVID-19 psychological research consortium (C19PRC) study. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 30(1), e1861.
- Mishra, L., Gupta, T., & Shree, A. (2020). Online teaching-learning in higher education during lockdown period of COVID-19 pandemic. *International Journal of Educational Research Open*, 1, 100012.
- Moorhouse, B. L. (2020). Adaptations to a face-to-face initial teacher education course 'forced' online due to the COVID-19 pandemic. *Journal of Education for Teaching*, 46(4), 609–611. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1755205>
- Motaung, L. B., & Dube, B. (2020). WhatsApp Messenger as a Mediating Tool in Times of COVID-19 for Enhancing Student Engagement in e-Tutorials at a Rural South African University. *Journal of Educational and Social Research*, 10(6), 214.
- Muflih, S., Abuhammad, S., Karasneh, R., Al-Azzam, S., Alzoubi, K. H., & Muflih, M. (2020). Online Education for Undergraduate Health Professional Education during the COVID-19 Pandemic: Attitudes, Barriers, and Ethical Issues. *Research Square*, rs.3.rs-42336. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-42336/v1>
- O'Brien, W., Adamakis, M., O'Brien, N., Onofre, M., Martins, J., Dania, A., Makopoulou, K., Herold,

- F., Ng, K., & Costa, J. (2020). Implications for European physical education teacher education during the COVID-19 pandemic: a cross-institutional SWOT analysis. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 503–522.
- Panther, L., Allee-Herndon, K. A., Perrotta, K., & Cannon, S. (2021). I Can Tell You Stories: Teacher Education during Educational Disruption. *The Teacher Educator*, 1–19.
- Peterson, L., Scharber, C., Thuesen, A., & Baskin, K. (2020). A rapid response to COVID-19: one district's pivot from technology integration to distance learning. *Information and Learning Sciences*, 121(5/6), 461–469. <https://doi.org/10.1108/ILS-04-2020-0131>
- Pettersson, F. (2018). On the issues of digital competence in educational contexts – a review of literature. *Education and Information Technologies*, 23(3), 1005–1021. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9649-3>
- Pokhrel, S., & Chhetri, R. (2021). A literature review on impact of COVID-19 pandemic on teaching and learning. *Higher Education for the Future*, 8(1), 133–141. <https://doi.org/10.1177/2347631120983481>
- Reimers, F., Schleicher, A., Saavedra, J., & Tuominen, S. (2020). Supporting the continuation of teaching and learning during the COVID-19 pandemic. *Oecd*, 1–38.
- Ross, D. A., & Committee, N. N. C. I. “Quarantine C. (2020). Creating a “Quarantine Curriculum” to Enhance Teaching and Learning During the COVID-19 Pandemic. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*, 95(8), 1125–1126. <https://doi.org/10.1097/ACM.00000000000003424>
- Tartavulea, C. V., Albu, C. N., Albu, N., Dieaconescu, R. I., & Petre, S. (2020). Online Teaching Practices and the Effectiveness of the Educational Process in the Wake of the COVID-19 Pandemic. *Amfiteatru Economic*, 22(55), 920–936.
- Terry, G., Hayfield, N., Clarke, V., & Braun, V. (2017). Thematic analysis. *The SAGE Handbook of Qualitative Research in Psychology*, 2, 17–37.
- Thomas, D., Spogmai, A., Matt, B., Pragya, D., Juan-Pablo, G., Akito, K., & Suguru, M. (2020). Promising practice for equitable remote learning; Emergency lessons from COVID-19 education responses in 127 countries. *Innocenti Research Brief*, UNICEF, April, 1–10. www.unicef-irc.org/publications/pdf/IRB_2020-%0A10.pdf
- Tisdell, C. A. (2020). Economic, social and political issues raised by the COVID-19 pandemic. *Economic Analysis and Policy*, 68, 17–28.
- UNESCO. (2020). Global education coalition. Covid-19 Impact on Education.
- Wang, C., Zhao, H., & Zhang, H. (2020). Chinese College Students Have Higher Anxiety in New Semester of Online Learning During COVID-19: A Machine Learning Approach. *Frontiers in Psychology*, 11, 3465. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.587413>
- Wen, Y., Gwendoline, C. L. Q., & Lau, S. Y. (2021). ICT-Supported Home-Based Learning in K-12: a Systematic Review of Research and Implementation. *TechTrends*, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00570-9>
- Yoon, H.-G. (2018). Development and validation of visual representation competence taxonomy. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(2), 161–170.
- Zarei, S., & Mohammadi, S. (2021). Challenges of higher education related to e-learning in developing countries during COVID-19 spread: a review of the perspectives of students, instructors, policymakers, and ICT experts. *Environmental Science and Pollution Research*, 1–7. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14647-2>
- Zhang, W., Wang, Y., Yang, L., & Wang, C. (2020). Suspending Classes Without Stopping Learning: China's Education Emergency Management Policy in the COVID-19 Outbreak. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(3), 55. <https://doi.org/10.3390/jrfm13030055>
- Zhao, Y. (2020). COVID-19 as a Catalyst for Educational Change. *Prospects*, 49(1), 29–33.
- Zhu, X., & Liu, J. (2020). Education in and After Covid-19: Immediate Responses and Long-Term Visions. *Postdigital Science and Education*, 2(3), 695–699. <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00126-3>



Editorial Policies

Focus & Scope

Submission

Active Submissions

Active

Archive

ID	MM-DD Submit	Sec	Authors	Title	Status
33448	11-20	ART	Abdurrahman, Maulina, Nurulsari,...	Science Teachers Struggles for Sustaining Undisrupted...	Awaiting assignment

Dokumen Realisasi Mitra

DOKUMEN KETERLIBATAN MITRA MGMP KABUPATEN LAMPUNG SELATAN

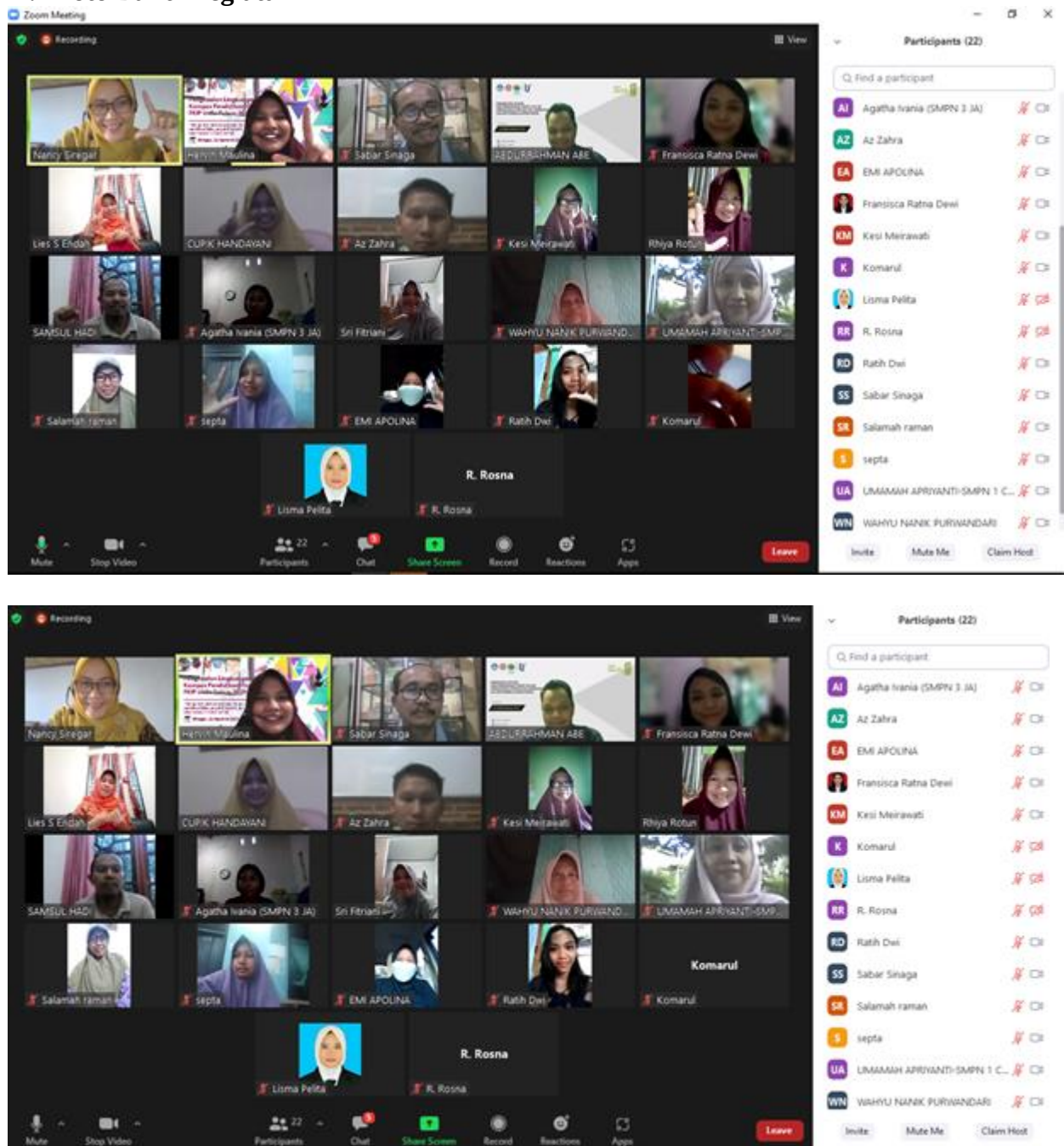
Pada tahun pertama penelitian kegiatan yang akan dilakukan adalah melakukan studi pendahuluan untuk memperoleh data melalui survey dan FGD untuk mneggali informasi mengenai peluang dan dampak pembelajaran STEM dalam menjawab permasalahan global seperti pandemik dan krisis iklim global. Data analisis kebutuhan ini akan digunakan sebagai dasar pengembangan Kurikulum. Adapun keterlibatan MGMP Kabupaten Lampung Selatan pada tahun pertama yaitu menjadi fasilitator dalam menghimpun guru-guru IPA dalam pelaksanaan penelitian. Selanjutnya, guru-guru IPA ini pada tahun ke-2 akan menjadi guru model dalam menerapkan kurikulum yang dikembangkan oleh peneliti. Di bawah ini merupakan hal yang telah dilakukan pada tahap awal penelitian tahun ke-1.

1. FGD Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan dengan menyebarkan instrument pendahuluan terhadap guru-guru IPA di Kabupaten Lampung Selatan. Ringkasan Hasil instrument yang disebar dnegan google form diperoleh data sebagai berikut:

- a) Sebanyak 46,15% sudah memahami mengenai karakteristik pembelajaran berbasis pendekatan STEM, dan 53,85% masih belum memahami.
- b) Sebanyak 23,10% sudah menerapkan pembelajaran berbasis pendekatan STEM, dan 76,90 belum menerapkan.
- c) Kendala yang dihadapi mengapa belum menerapkan pembelajaran berbasis pendekatan STEM adalah memikirkan ide mengaikatkan materi dengan karakteristik STEM, kondisi siswa dan daya dukung sarana dan prasarana, membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pembelajaran serta siswa yang belum terlatih/terbiasa, cara untuk memancing keterampilan berpikir dalam membuat produk, mengaitkan ide yang sesuai dengan materi, media yang terbatas, pembelajaran yang dilaksanakan secara daring, kurangnya kesiapan perangkat pembelajaran berbasis STEM, kurangnya guru yang professional dalam pengembangan STEM, dan keterbatasan waktu dalam pembelajaran daring.
- d) Produk yang dihasilkan oleh guru yang telah menerapkan pembelajaran berbasis pendekatan STEM adalah destilator sederhana, Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH), dan thermometer sederhana.
- e) Sebanyak 84,61% guru meyakini bahwa pembelajaran berbasis pendekatan STEM dapat membekali pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam menghadapi pandemik dan krisis perubahan Iklim Global dan 15,39% tidak tahu.
- f) Rata-rata tingkat keyakinan guru terhadap keberhasilan pembelajaran dengan pendekatan STEM terkategori “Yakin”.

2. Foto Bukti Kegiatan



Gambar 1. Kegiatan FGD Tahap 1



Gambar 2. Kegiatan FGD Tahap II

3. Hasil Kegiatan

Dari hasil FGD terhadap guru dihasilkan kesimpulan agar melakukan tindak lanjut untuk mengembangkan kurikulum STEM Pendidikan Dasar yang berorientasi terhadap produk-produk STEM Inovatif dengan bahan yang tersedia disekitar siswa dan mampu menyelesaikan permasalahan atau kebutuhan di Kabupaten Lampung Selatan. Adapun kelengkapan dokumen kurikulum yang akan dihasilkan berupa Analisis Kompetensi Inti, Capaian Pembelajaran, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, Instrumen Penilaian, Modul Pembelajaran elektronik atau cetak, dan kerangka kerja STEM. Adapun harapan guru terhadap pengembangan penelitian ini adalah

- a) mensosialisasikan secara luas dan mengadakan bimbingan teknis/pelatihan bagi guru mengenai Pendekatan STEM
- b) Pengembangan ini dapat menjadi solusi bagi kebutuhan guru untuk membekali pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam menghadapi pandemi dan krisis perubahan iklim.
- c) Dapat menerapkan STEM dalam pembelajaran tatap muka terbatas.
- d) Harapannya pengembangan kurikulum berbasis STEM untuk pendidikan dasar dapat membekali siswa dengan pengetahuan, berpikir kritis, inovatif, dan mampu melakukan problem solving terhadap permasalahan yang dihadapi dalam proses belajar. Terutama dalam menghadapi pandemi ditengah krisis perubahan iklim global.

Selain itu, hasil FGD terhadap guru diperoleh kesimpulan agar melakukan tindak lanjut untuk mengembangkan kurikulum STEM Pendidikan Dasar yang berorientasi terhadap produk-produk STEM Inovatif dengan bahan yang tersedia disekitar siswa dan mampu menyelesaikan permasalahan atau kebutuhan di Kabupaten Lampung Selatan. Kegiatan FGD dilakukan secara luring dengan peserta terbatas. Guru-guru yang terlibat dalam kegiatan FGD merupakan perwakilan dari setiap daerah/kecamatan terutama *rural area*.

Selain berkontribusi dalam kegiatan FGD, guru-guru terpilih dari MGMP juga menjadi guru model dalam penelitian ini. Guru model berperan dalam mengimplementasikan kerangka program pembelajaran hasil pengembangan.