Disusun Oleh
Kasmiati, S.Pd

LKM KALORPLAS

Berbasis *Project Based Learning*

PEMBUATAN PAVING BLOK

Nama : _____

Kelas : _____

Untuk SMA Fase F

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 1

LEMBAR KERJA MURID
pembuatan paving blok

Sebelum memulai kegiatan, Silahkan menonton video dibawah ini

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

Identifikasi Masalah Lingkungan

Melalui kegiatan pengamatan gambar, video, dan kondisi lingkungan sekitar, murid dapat mengidentifikasi permasalahan sampah plastik serta menjelaskan dampaknya terhadap lingkungan berdasarkan fakta yang ditemukan

TONTON VIDEO

INTERPRETASI

PERTANYAAN PEMANDU

1. Mengapa sampah plastik disebut sebagai "momok yang menakutkan" bagi seluruh belahan bumi, baik di negara maju maupun negara berkembang seperti Indonesia?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

TERKAIT (DATA & FAKTA)

2. Berapa besar volume sampah plastik di Indonesia dibandingkan dengan sampah kertas, dan apa implikasinya terhadap lingkungan jika tren ini terus berlanjut?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

LIVEWORKSHEETS

PertanyaanMendasar

PERTANYAAN PEMANDU

3. Sumber menyebutkan plastik butuh ratusan hingga ribuan tahun untuk terurai. Jika kita hanya menimbunnya, ia akan menjadi mikroplastik. Namun jika dibakar, ia melepaskan karbon monoksida. Menurut kalian, bagaimana energi kalor dapat digunakan secara terkontrol untuk mengubah bentuk plastik tanpa merusak lingkungan?

4. Mengingat plastik dibuat secara artifisial dengan bahan kimia beracun, bagaimana kita dapat memanfaatkan sifat fisiknya (seperti titik leleh atau sifat isolatornya) agar plastik tersebut tidak lagi menjadi limbah yang mengambang di samudera?

PERTANYAAN MENDASAR

Kriteria Driving Question yang Baik:

✅ Dimulai dengan kata tanya: Bagaimana..., Mengapa..., atau Apa yang terjadi jika...
✅ Dapat dijawab melalui proyek/percobaan nyata di sekolah
✅ Berkaitan langsung dengan masalah nyata di lingkungan sekitarmu
✅ Mendorongmu BERPIKIR KRITIS dan mencari solusi menyelesaikan masalah , bukan sekadar mencari informasi
❌ Bukan pertanyaan yang jawabannya sudah pasti (ya/tidak)
❌ Bukan pertanyaan yang terlalu luas(Bagaimana menyelamatkan bumi?)

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 1

(iNTERPRETASi)

CONTOH PERTANYAAN MENDASAR

"Bagaimana konsep kalor dan perpindahan kalor dapat dimanfaatkan untuk mengurangi permasalahan sampah plastik di lingkungan?"

_____

_____

_____

Bagaimana kita bisa memanfaatkan tumpukan sampah plastik di lingkungan sekolah\rumah menjadi material konstruksi yang bernilai guna dan tahan lama?

(iNTERPRETASi)

tuliskan satu pertanyaan mendasar yang ingin kalian jawab melalui proyek paving blok dan ecobrik ini!

Driving Question Kelompok kami

_____

_____

_____

_____

Alasan mengapa pertanyaan ini penting dan layak diteliti melalui proyek

_____

_____

_____

_____

Tuliskan minimal 2 pertanyaan turunan yang mendukung driving question di atas

_____

_____

_____

_____

Driving Question Kelompok

PHOTO DUMP

Dokumentasikan kegiatan proyek dalam bentuk foto atau video mulai dari:

- pengumpulan limbah plastik,
- proses pembuatan,
- hingga hasil akhir produk.

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 2

MENDESAIN PERENCANAAN PROJEK

1 Desain Alat dan Analisis Konduktivitas Termal

Tentukan alat yang akan kelompok Anda gunakan untuk melelehkan plastik dan mengaduk adonan, Analisis alasan pemilihannya berdasarkan sifat hantaran panasnya

Nama Alat	Bahan Pembuat Alat (Logam\Kayu\Plastik)	Sifat Termal Bahan (Konduktor \ Isolator)	Alasan Pemilihan (Hubungkan dengan variabel kalor)
Wadah Peleleh			
Pengaduk			
Cetakan			

2 Prosedur Kerja & Identifikasi Perpindahan Kalor

EVALUASi

1. Tuliskan rencana langkah kerja pelelehan plastik dan pencampuran pasir

_____

_____

_____

_____

2 Analisis Perpindahan Kalor pada Proyek Anda:

Konduksi terjadi saat: _____

_____

konveksi terjadi saat: _____

_____

Radiasi terjadi saat: _____

_____

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 2

3 Manajemen Risiko Keselamatan Termal (K3)

Diskusikan dalam kelompokmu , pilih alternatif kombinasi rasio\komposisi berdasarkan data Kartu Informasi Bahan

Jawaban _____

Bagaimana strategi kelompok kalian agar suhu campuran tetap terjaga stabil saat diaduk berdasarkan prinsip Asas Black (Qlepas) = (Q terima)

Jawaban _____

EVALUASi

4 Prosedur Kerja & Identifikasi Perpindahan Kalor

Suhu lelehan plastik sangat tinggi. Tuliskan 3 aturan keselamatan kerja yang wajib ditaati kelompok kalian untuk menghindari kecelakaan akibat energi kalor (luka bakar\menghirup asap).

_____

_____

_____

5 Pembagian Peran & Lini Masa

Ketua Kelompok: .....

Tim Logistik (Pencari Sampah): .....

Tim Eksekusi Pelelehan & K3: .....

Tim Pencatat Data (Suhu, Waktu, Massa): .....

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 3

MENDESAiN JADWAL PROJEK)

Berikan tanda silang (X) atau arsir\warnai kotak pada kolom hari\minggu sesuai dengan rencana waktu pelaksanaannya.

No	Aktivitas Proyek	Penanggung Jawab (PJ)	Hari 1-2	Hari 3-4	Hari 5	Hari 6
1	Persiapan & Literasi: • Memilih jenis plastik (HDPE/PP) dari bank sampah sekolah • Menghitung estimasi kalor pelelehan					
2	Pengumpulan Bahan: • Mengumpulkan & mencuci sampah plastik • Mengeringkan pasir					
3	Pengadaan Alat & K3: • Menyiapkan wajan, kompor, cetakan • Menyiapkan masker respirator & sarung tangan					
4	Eksekusi Tahap 1 (Uji Coba): • Melelehkan plastik & mencampur pasir • Menguji prinsip Asas Black pada adonan					
5	Eksekusi Tahap 2 (Cetak Massal): • Mencetak adonan ke dalam cetakan • Proses pendinginan (pelepasan kalor)					
6	Sintaks 5: Menguji Hasil: • Uji benturan/kekuatan fisik • Uji ketahanan panas & daya serap air					
7	Penyusunan Laporan & Media: • Menyusun laporan praktikum Fisika • Membuat slide presentasi / video proyek					
8	Sintaks 6: Evaluasi & Gelar Karya: • Presentasi hasil produk di depan kelas • Evaluasi pengalaman belajar					

Catatan Komitmen Kelompok:
Target tanggal produk paving block selesai dicetak dan siap diuji: [Tanggal: .....]

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 4

MEMONITOR PROYEK

1 Eksekusi Proyek, Pengamatan Termal & Perubahan Wujud Bahan

kondisi bahan pada setiap tahapan waktu untuk menganalisis kecepatan perpindahan kalor (Q)

Menit Ke-	Perkiraan Suhu\Kondisi Api (Kecil\Sedang\Besar)	Perubahan Wujud Plastik & Campuran Pasir	Catatan Fisika (Gejala yang Terlihat)
0	Api:	Plastik masih berupa cacahan padat	Proses awal konduksi dari wajan ke plastik
5	Api:	Plastik mulai:	
10	Api:	Plastik sudah:	
15	Api:	Pasir dimasukkan, kondisi adonan:	
20	Api:	Adonan dituang ke cetakan.	Mulai pelepasan kalor (pendinginan).

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 4

2 Ceklis Mandiri K3 (Keselamatan Kerja Kelompok)

[ ] Semua anggota yang berada di dekat tungku sudah memakai masker respirator (Bukan masker kain biasa).

[ ] Anggota yang bertugas mengaduk dan menuang adonan sudah menggunakan sarung tangan tahan panas.

[ ] Lokasi pembakaran berada di area terbuka dan tidak ada bahan yang mudah meledak/terbakar di dekat tungku.

Jika kelompok Anda menemui masalah di tengah proses eksekusi, tuliskan kendala tersebut

_____

Analisislah penyebabnya secara Fisika dan dampaknya terhadap lingkungan,

_____

lalu tentukan solusi perbaikannya!

_____

_____

3 (Kendala, Solusi Fisika, & Kesadaran Lingkungan)

Lembar Analisis Masalah (Diisi oleh Siswa)

Kendala yang Muncul di Lapangan:

.....

Analisis Penyebab secara Fisika (Hubungkan dengan Materi Kalor/Suhu/Titik Lebur):

.....

Analisis Dampak terhadap Lingkungan (Hubungkan dengan Polusi Udara/Asap Beracun/Kerusakan Material):

.....

Solusi Perbaikan (Tindakan Nyata Berbasis Fisika yang Ramah Lingkungan):

.....

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 4

Panduan & Contoh Pengisian untuk Siswa (Eco-Physics Guidance)

Contoh Kendala: Plastik mengeluarkan asap putih tebal, hitam pekat, dan berbau sangat menyengat saat dipanaskan.

Penyebab Fisika: Suhu wajan terlalu tinggi dan melebihi titik lebur plastik akibat transfer energi kalor (Q) dari kompor yang terlalu besar dan tidak terkontrol. Plastik tidak hanya mencair secara termal, tetapi mengalami degradasi termal (terbakar).

Dampak Lingkungan: Pembakaran plastik pekat melepaskan gas beracun (seperti dioksin dan furan) ke udara secara konveksi. Gas ini berbahaya bagi pernapasan manusia dan berkontribusi terhadap pencemaran udara lokal.

Solusi Ramah Lingkungan: Mengecilkan api kompor secara signifikan untuk menurunkan laju transfer kalor. Menutup wadah pelelehan dengan penutup logam untuk mengisolasi uap, serta memastikan tidak ada plastik yang menempel langsung pada bagian wajan yang terlalu panas (gosong).

MENGUJI HASIL (ASSESSING THE OUTCOME)

1 Prosedur dan Tabel Data Pengujian

1. Uji Kestabilan Termal (Ketahanan Panas Matahari)

Prosedur: Letakkan paving block di bawah terik matahari langsung selama 3 jam, atau panaskan permukaannya menggunakan heat gun/pengering rambut selama 10 menit.

Tujuan: Memastikan plastik tidak meleleh kembali (re-melting) saat diaplikasikan di jalanan nyata.

Kondisi Fisik Sebelum Dipanaskan	Kondisi Fisik Setelah Dipanaskan	Apakah Ada Perubahan Bentuk/Melunak?	Analisis Fisika (Hubungkan dengan Titik Lebur Plastik & Kalor)
Tekstur:	Tekstur:	[ ] Ya [ ] Tidak	*Mengapa paving block kalian tetap keras atau justru melunak? Hubungkan dengan jumlah energi kalor yang diserap!* Jawab: .....
Suhu:	Suhu:	[ ] Ya [ ] Tidak	

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 4

2. Uji Kekuatan Mekanis (Ketahanan Impak/Benturan)

Prosedur: Jatuhkan paving block hasil karya kalian dari ketinggian 2 meter ke atas permukaan lantai semen/beton sebanyak 3 kali.

Tujuan: Menguji kehomogenan campuran plastik dan pasir saat menerima gaya kejut.

Uji Coba Ke	Dampak Benturan (Utuh / Retak Sedikit / Pecah)	Analisis Fisika & Komposisi Bahan
1	.....	Jika produk retak/pecah, apakah transfer kalor saat pencampuran adonan kurang merata? Atau komposisi pasir terlalu banyak? Jawab:
2	.....	
3		

3. Uji Daya Serap Air (Porositas) & Kesadaran Lingkungan

Prosedur: Timbang massa awal paving block kering (m_1). Rendam dalam air selama 15 menit. Lap permukaan air yang tersisa, lalu timbang kembali massa akhir setelah direndam (m_2).

Data Penimbangan

- Massa Kering (m_1) : ..... gram
- Massa Setelah Rendam (m_2) : ..... gram
- Selisih Massa (m_2 - m_1) : ..... gram (Jika selisih mendekati 0, berarti produk sangat kedap air).

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 4

Analisis Kesadaran Lingkungan & Eco-Physics

Paving block plastik yang kedap air sangat baik untuk mencegah air tanah tercemar oleh zat kimia mikroplastik. Namun, jika seluruh halaman sekolah ditutupi paving block yang terlalu kedap air, apa dampaknya terhadap siklus hidrologi (penyerapan air hujan) di tanah sekolah?
Tuliskan solusi lingkungan dari kelompok kalian!

Jawaban:
.....
.....
.....
.....

Kesimpulan Akhir Kelompok

Berdasarkan ketiga uji coba di atas, apakah produk paving block kelompok kalian layak untuk diproduksi massal dan digunakan di lingkungan sekolah?

[ ] LAYAK
[ ] BUTUH PERBAIKAN (Sebutkan alasannya: .
.....

EVALUASi PENGALAMAN BELAJAR

Pengalaman Nyata Perpindahan Kalor

Materi Fisika apa yang awalnya terasa sulit di kelas, namun menjadi jauh lebih mudah dipahami setelah kalian melakukan proses pelelehan plastik secara langsung? Jelaskan mengapa!
Jawaban: .....
.....
.....
.....
.....

Pentingnya Akurasi Variabel Fisis

Mengapa dalam proyek sains seperti ini, kita tidak boleh mengabaikan variabel suhu, titik lebur bahan, dan waktu pemanasan? Apa dampaknya jika kita bekerja tanpa menghitung variabel-variabel tersebut?

Jawaban: .....
.....
.....
.....
.....
.

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 4

Refleksi Kesadaran Lingkungan (Eco-Awareness)

Sudut Pandang terhadap Sampah Plastik

Setelah melihat langsung jumlah sampah plastik yang dibutuhkan untuk membuat satu buah paving block, bagaimana hal ini mengubah cara pandang kalian terhadap penggunaan plastik sekali pakai dalam kehidupan sehari-hari?

Jawaban: .....

.....

.....

Tantangan Solusi Hijau (Green Solution)

Mengubah sampah plastik menjadi paving block adalah salah satu solusi mengatasi limbah. Menurut kelompok kalian, apa tantangan terbesar agar produk ramah lingkungan ini bisa diterima dan digunakan secara luas oleh masyarakat?

Jawaban: .....

.....

.....

Penilaian Antar-Teman (Peer-Assessment)

Berikan skor 1–4 pada kolom di bawah ini untuk menilai kontribusi anggota kelompokmu selama proyek berlangsung! (Skor 4 = Sangat Berkontribusi, 1 = Tidak Berkontribusi)

No	Nama Anggota Kelompok	Berbagi Tugas Adil	Menjaga K3 & Kebersihan	Menghargai Pendapat	Total Skor
1	(Diri Sendiri)				
2					
3					
4					

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 4

Rubrik Penilaian Antar-Teman (Peer Assessment)

Aspek Penilaian	Skor 4 (Sangat Berkontribusi)	Skor 3 (Berkontribusi)	Skor 2 (Kurang Berkontribusi)	Skor 1 (Tidak Berkontribusi)
Berbagi Tugas Adil	Selalu mengambil bagian tugas secara adil dan menyelesaikannya tepat waktu.	Mengambil bagian tugas dan menyelesaikannya dengan sedikit bantuan.	Mengambil tugas tetapi sering terlambat atau kurang maksimal.	Tidak mengambil atau tidak menyelesaikan tugas.
Menjaga K3 & Kebersihan	Selalu mematuhi aturan K3 dan menjaga kebersihan area kerja tanpa diingatkan.	Umumnya mematuhi K3 dan menjaga kebersihan, sesekali diingatkan.	Kadang mematuhi K3 dan kurang menjaga kebersihan.	Mengabaikan K3 dan kebersihan meskipun sudah diingatkan.
Menghargai Pendapat	Selalu mendengarkan, menghargai, dan menerima masukan anggota lain dengan baik.	Menghargai pendapat anggota lain, meskipun sesekali kurang aktif.	Kurang menghargai atau jarang mendengarkan pendapat anggota lain.	Tidak menghargai pendapat orang lain atau sering menimbulkan konflik.

Interpretasi Total Skor

10–12 = Sangat Berkontribusi
7–9 = Berkontribusi
4–6 = Kurang Berkontribusi
3 = Tidak Berkontribusi

LIVEWORKSHEETS