Disusun Oleh
Kasmiati, S.Pd

LKM KALORPLAS

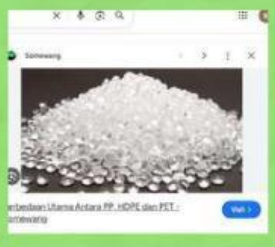
Berbasis *Project Based Learning*

PEMBUATAN PAVING BLOK

Nama :

Kelas :

PETE Or PET at best price in Bengaluru |



Untuk SMA Fase F

LIVEWORKSHEETS

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Melalui kegiatan investigasi, kajian literatur, dan perancangan projek, murid dapat mengevaluasi berbagai alternatif solusi pengelolaan limbah plastik serta merancang produk paving block yang memanfaatkan konsep kalor dan perpindahan kalor secara kreatif dan bertanggung jawab.
2. Melalui pelaksanaan projek pembuatan paving block berbahan limbah plastik, murid dapat menunjukkan kepedulian, tanggung jawab, dan partisipasi aktif dalam upaya pelestarian lingkungan melalui pengelolaan limbah plastik secara kolaboratif dan berkelanjutan.
3. Melalui kegiatan pengujian produk, analisis hasil, refleksi, dan presentasi projek, murid dapat menarik kesimpulan, memberikan rekomendasi solusi terhadap permasalahan sampah plastik, serta menunjukkan komitmen untuk menerapkan perilaku ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari

PETUNJUK PENGUNAAN

1. Kerjakan E LKM bersama anggota kelompokmu .
2. Gunakan E Modul Kalorplas dan berbagai sumber untuk membantu pemahamanmu menyelesaikan tugas-tugas dalam LKM
3. Mintalah bantuan gurumu untuk hal-hal yang kurang dimengerti
4. Klik FINISH setelah selesai mengerjakan E LKM
5. Masukkan NAMA, KELOMPOKMU, ISI GRUP LEVEL KELAS XI, dan ISI SCHOLL SUBJEK dengan KELAS XI KLIK SUBMIT untuk mengirim jawaban ke akun guru
6. Klik SEND RESULT

PETA KONSEP

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

Kegiatan 1

CONTOH PERTANYAAN MENDASAR

(iNTERPRETASi)

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

Konsep kalor dimanfaatkan untuk melelehkan sampah plastik agar dapat didaur ulang menjadi produk baru, seperti paving block atau pot tanaman. Perpindahan kalor melalui konduksi, konveksi, dan radiasi membantu proses pemanasan berlangsung efektif dan merata. Pemanfaatan konsep ini dapat mengurangi jumlah sampah plastik serta mendukung pelestarian lingkungan.

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

Sampah plastik dapat diolah menjadi material konstruksi, seperti paving block, melalui proses peleburan dan pencetakan. Cara ini mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus menghasilkan produk yang bernilai guna dan tahan lama.

PHOTO DUMP

(iNTERPRETASi)

Dokumentasikan kegiatan proyek dalam bentuk foto atau video mulai dari:

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

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

Driving Question Kelompok kami

Alasan mengapa pertanyaan ini penting dan layak diteliti melalui proyek

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 yang ada dalam E Modul Kalorplas

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 PROJEK

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		Plastik masih berupa cacahan padat	Proses awal konduksi dari wajan ke plastik
5		Plastik mulai:	
10		Plastik sudah:	
15		Pasir dimasukkan, kondisi adonan:	
20		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

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					
2					
3					
4					
5					
6					

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

- Klik FINISH setelah selesai mengerjakan E LKM
- Masukkan NAMA, KELOMPOKMU, ISI GRUP LEVEL KELAS XI, dan ISI SCHOLL SUBJEK dengan KELAS XI KLIK SUBMIT untuk mengirim jawaban ke akun GURUMU
- Klik SEND RESULT

LANJUTKAN MENYELESAIKAN TAHAPAN E MODUL KALORPLAS KALIAN

LIVEWORKSHEETS