Kurikulum Merdeka | MERDEKA BELAJAR | Merdeka Mengajar

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
FISIKA SMA



PERUBAHAN WUJUD ZAT

TAHUN PEMBELAJARAN 2025/2026



KELAS XI

UNS
UNIVERSITAS SEBELAS MARET

LIVEWORKSHEETS

Kurikulum Merdeka | MERDEKA BELAJAR | Merdeka Mengajar

Lembar Kerja Peserta Didik

Nama : 1._____ Kelas : ____
2._____ Kelompok : ____
3._____
4._____
5._____

Tujuan Pembelajaran

1. Melalui percobaan dan diskusi, peserta didik dapat menentukan nilai kalor jenis kalorimeter secara tepat.
2. Melalui percobaan dan diskusi, peserta didik dapat menentukan nilai kalor lebur es secara tepat.

Fenomena

Tahapan Orientasi Masalah



Embun upas di Kawasan Candi Arjuna

Pernahkah kalian melihat daun atau rumput di dataran tinggi tertutup lapisan es tipis pada pagi hari? Mengapa air embun yang awalnya cair bisa berubah menjadi es saat malam hari, lalu mencair kembali ketika terkena sinar matahari? Dari mana es tersebut mendapatkan kalor saat mencair? Fenomena ini menunjukkan bahwa perubahan wujud zat memerlukan kalor, meskipun suhu zat tidak selalu berubah selama proses tersebut berlangsung.



Perumusan Masalah

Tahapan Merumuskan Masalah

Berdasarkan fenomena yang telah kalian amati, buatlah rumusan masalah!

LIVEWORKSHEETS

Hipotesis

Tahapan Merumuskan Hipotesis

Buatlah dugaan sementara (hipotesis) berdasarkan rumusan masalah sebelumnya!

Eksplorasi

Tahapan Pengumpulan Data

Untuk memahami fenomena terbentuknya embun yang membeku menjadi es pada malam hari dan kembali mencair saat terkena sinar matahari, mari kita lakukan eksperimen sederhana untuk mengeksplorasi konsep perubahan wujud zat serta peran kalor dalam proses tersebut.



Kegiatan 1

Alat dan Bahan

- Kalorimeter aluminium
- Termometer
- Neraca teknis
- Gelas ukur / bejana
- Pengaduk
- Pemanas air
- Bahan:
- Air panas
- Es batu (dikeringkan terlebih dahulu)

Langkah Percobaan

1. Timbang kalorimeter kosong beserta pengaduk, lalu catat massanya (m_1).
2. Masukkan air dingin ke dalam kalorimeter, kemudian timbang kembali dan catat massanya (m_2).
3. Hitung massa air dingin (m_d)
4. Ukur suhu awal air dingin di dalam kalorimeter dan catat hasilnya (T_d).
5. Siapkan air panas di wadah lain, lalu ukur dan catat suhu awal air panas tersebut (T_p).
6. Tuangkan air panas ke dalam kalorimeter yang berisi air dingin.
7. Segera tutup kalorimeter dan aduk campuran secara perlahan sampai suhu tidak berubah lagi.
8. Catat suhu akhir campuran (T_c).
9. Timbang kembali kalorimeter beserta campuran air dan catat massanya (m_p)

LIVEWORKSHEETS

Tabel Data

No	Massa 1 (Kg)	Massa 2 (Kg)	Massa 3 (Kg)	Suhu Awal Air Panas (T_p) (°C)	Suhu Awal Air dingin (T_d) (°C)	Suhu Campuran (T_c) (°C)
1						
2						
3						
4						

Keterangan :

m_1 = massa kalorimeter + pengaduk

m_2 = massa kalorimeter + pengaduk + air dingin

m_3 = massa kalorimeter + pengaduk + campuran air (setelah ditambahkana air panas)



Analisis Data

Berdasarkan data hasil percobaan, massa air dingin (m_d) diperoleh dari selisih antara massa _____ dan massa _____, yaitu:

$$m_d = \quad -$$

$$m_d = \quad - \quad = \qquad (1)$$

Sedangkan massa air panas (m_p) diperoleh dari selisih antara massa _____ dan _____, yaitu:

$$m_p = \quad -$$

$$m_p = \quad - \quad = \qquad (2)$$

Menurut Azas Black, kalor yang dilepaskan sama dengan kalor yang _____, sehingga berlaku persamaan

$$Q \quad = Q \qquad (3)$$

Untuk kalor yang dilepaskan oleh air panas dinyatakan dengan persamaan

$$Q \quad = \quad c_a(\quad - \quad) \qquad (4)$$

Untuk kalor yang diterima air dingin dan kalorimeter dinyatakan dengan persamaan

$$Q \quad = \quad c_a(\quad - \quad) + \quad c_k(\quad - \quad) \qquad (5)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 4 dan 5 ke persamaan 3, diperoleh

$$Q \quad = Q$$

$$c_a(\quad - \quad) = \quad c_a(\quad - \quad) + \quad c_k(\quad - \quad)$$

Karena m_k = , maka:

$$c_a(\quad - \quad) = \quad c_a(\quad - \quad) + \quad c_k(\quad - \quad) \qquad (6)$$

Sehingga, dari persamaan 6 kita dapat peroleh persamaan menentukan kalor jenis kalorimeter yaitu

$$c_k = \frac{c_a(\quad - \quad) - \quad c_a(\quad - \quad)}{(\quad - \quad)} \qquad (7)$$

Nilai kalor jenis kalorimeter pada percobaan 1

$$c_{k1} = \frac{.\ (\quad - \quad) - \quad .\ (\quad - \quad)}{(\quad - \quad)}$$

$$c_{k1} = \text{————} = \qquad \text{J/Kg°C}$$

Nilai kalor jenis kalorimeter pada percobaan 2

$$c_{k2} = \frac{.\ (\quad - \quad) - \quad .\ (\quad - \quad)}{(\quad - \quad)}$$

$$c_{k2} = \text{————} = \qquad \text{J/Kg°C}$$

Nilai kalor jenis kalorimeter pada percobaan 3

$$c_{k3} = \frac{\quad .\ (\quad -\quad) -\quad .\ (\quad -\quad)}{(\quad -\quad)}$$

$$c_{k3} = \text{————} = \qquad \text{J/Kg°C}$$

Nilai kalor jenis kalorimeter pada percobaan 4

$$c_{k4} = \frac{\quad .\ (\quad -\quad) -\quad .\ (\quad -\quad)}{(\quad -\quad)}$$

$$c_{k4} = \text{————} = \qquad \text{J/Kg°C}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kalor jenis kalorimeter pada percobaan 1 sampai percobaan 4, diperoleh nilai rata rata kalor jenis kalorimeter adalah

$$C_{rata-rata} = \frac{\quad +\quad +\quad +}{\qquad\qquad\qquad}$$

$$C_{rata-rata} = \frac{\quad +\quad +\quad +}{\qquad\qquad\qquad}$$

$$C_{rata-rata} = \text{————} = \qquad \text{J/Kg°C}$$

LIVEWORKSHEETS

Eksplorasi

Tahapan Mengumpulkan Data



Pada percobaan kali ini kita akan menentukan kalor lebur es dengan menggunakan kalor jenis kalorimeter yang sudah kalian dapatkan di percobaan sebelumnya, lalu membandingkan nilai kalor lebur es yang kalian dapat berdasarkan referensi.

Kegiatan 2

Alat dan Bahan

- Kalorimeter aluminium
- Termometer
- Neraca teknis
- Gelas ukur / bejana
- Pengaduk
- Pemanas air
- Bahan:
- Air panas
- Es batu (dikeringkan terlebih dahulu)

Langkah Percobaan

1. Timbang massa kalorimeter kosong beserta pengaduknya (m_1).
2. Masukkan air panas ke dalam kalorimeter.
3. Timbang kembali kalorimeter berisi air dan pengaduk (m_2).
4. Ukur suhu awal air (T_a).
5. Ukur suhu awal es (T_{es}).
6. Masukkan es yang telah dikeringkan ke dalam kalorimeter.
7. Tutup kalorimeter dan aduk perlahan hingga suhu stabil.
8. Catat suhu akhir campuran (T_C).
9. Timbang kembali kalorimeter beserta campuran (m_3).
10. Ulangi percobaan dengan variasi massa es yang berbeda (minimal 5 kali).

Tabel Data

No	Massa 1 (Kg)	Massa 2 (Kg)	Massa 3 (Kg)	Suhu Awal Air (T_a) (°C)	Suhu Awal Es (T_{es}) (°C)	Suhu Campuran (T_c) (°C)
1						
2						
3						
4						

Keterangan :

m_1 = massa kalorimeter + pengaduk

m_2 = massa kalorimeter + air + pengaduk

m_3 = massa kalorimeter + air + es + pengaduk



Analisis Data

Tahapan Menguji Hipotesis

Berdasarkan data hasil percobaan, massa air panas (m_a) diperoleh dari selisih antara massa _____ dan massa _____, yaitu:

$$m_a = \quad - \qquad (1)$$

$$m_a = \quad - \quad =$$

Sedangkan massa es (m_{es}) diperoleh dari selisih antara massa _____ dan sebelum _____, yaitu:

$$m_{es} = \quad - \qquad (2)$$

$$m_{es} = \quad - \quad =$$

Menurut Azas Black, kalor yang dilepaskan sama dengan kalor yang _____, sehingga berlaku persamaan

$$Q \quad = Q \qquad (3)$$

Untuk kalor yang dilepaskan air dan kalorimeter dinyatakan dengan persamaan

$$Q \quad = \quad c_a(\quad - \quad) + \quad c_k(\quad - \quad) \qquad (4)$$

Untuk kalor yang diterima es dinyatakan dengan persamaan

$$Q \quad = \quad + \quad c_a(\quad - \quad) \qquad (5)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 4 dan 5 ke persamaan 3, diperoleh

$$Q \quad = Q$$

$$c_a(\quad - \quad) + \quad c_k(\quad - \quad) = \quad + \quad c_a(\quad - \quad) \qquad (6)$$

Dari persamaan 6 kita sederhanakan menjadi

$$(\quad - \quad)(\quad c_a + \quad c_k) = \quad + \quad c_a \qquad (7)$$

Sehingga

$$= (\quad - \quad)(\quad c_a + \quad c_k) - \quad c_a \qquad (8)$$

Sehingga, dari persamaan 8 kita dapat peroleh persamaan menentukan kalor lebur es yaitu

$$L = \frac{(\quad -\quad)(\quad c_a + \quad c_k) - \quad c_a}{\qquad\qquad\qquad\qquad} \qquad (7)$$

Nilai kalor lebur es pada percobaan 1

$$L_1 = \frac{(\quad -\quad)(\qquad +\qquad) -}{\qquad\qquad\qquad\qquad}$$

$$L_1 = \text{————} = \qquad \text{J/Kg}$$

Nilai kalor lebur es pada percobaan 2

$$L_2 = \frac{(\quad -\quad)(\qquad +\qquad) -}{\qquad\qquad\qquad\qquad}$$

$$L_2 = \text{————} = \qquad \text{J/Kg}$$

Nilai kalor lebur es pada percobaan 3

$$L_3 = \frac{(\quad -\quad)(\qquad +\qquad) -}{\qquad\qquad\qquad\qquad}$$

$$L_3 = \text{————} = \qquad \text{J/Kg}$$

Nilai kalor lebur es pada percobaan 4

$$L_4 = \frac{(\quad -\quad)(\qquad +\qquad) -}{\qquad\qquad\qquad\qquad}$$

$$L_4 = \text{————} = \qquad \text{J/Kg}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kalor lebur es pada percobaan 1 sampai percobaan 4, diperoleh nilai kalor lebur es rata rata adalah

$$L_{rata-rata} = \frac{+ \quad + \quad +}{\qquad\qquad\qquad}$$

$$L_{rata-rata} = \frac{+ \qquad + \qquad +}{\qquad\qquad\qquad}$$

$$L_{rata-rata} = \text{————} = \qquad \text{J/Kg}$$

Selanjutnya, untuk mengetahui tingkat ketelitian hasil percobaan, diperlukan nilai kalor lebur es berdasarkan referensi. Carilah nilai kalor lebur es dari buku atau sumber ilmiah, kemudian tuliskan nilai kalor lebur es referensi tersebut sebesar:

$$L_{referensi} = \qquad \text{J/Kg}$$

Untuk mengetahui tingkat ketelitian secara kuantitatif, dihitung kesalahan relatif menggunakan persamaan:

$$KR = \frac{(L \qquad - L \qquad)}{L} \times \qquad \%$$

$$KR = \frac{(\qquad - \qquad)}{\qquad} \times \qquad \%$$

$$KR = \qquad \%$$



Kesimpulan

Tahapan Menarik Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan pada Kegiatan 1, nilai kalor jenis kalorimeter pada setiap percobaan berturut-turut adalah _____J/kg°C, _____J/kg°C, _ _____J/kg°C, dan _____J/kg°C. Dari data tersebut diperoleh nilai rata-rata kalor jenis kalorimeter sebesar _____J/kg°C.

Selanjutnya, berdasarkan hasil percobaan pada Kegiatan 2, nilai kalor lebur es pada setiap percobaan berturut-turut adalah _____J/kg, _____J/kg, _____J/kg, dan _____J/kg. Dari data tersebut diperoleh nilai rata-rata kalor lebur es sebesar _____J/kg

Jika dibandingkan dengan nilai referensi kalor lebur es sebesar _____, maka diperoleh kesalahan relatif sebesar _____.

Perbedaan antara hasil percobaan dan nilai referensi tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain _____



Presentasi

Setelah kalian berdiskusi dan menyelesaikan kegiatan pada LKPD, setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas. Sampaikan hasil analisis, jawaban atas rumusan masalah, serta kesimpulan yang telah diperoleh secara jelas dan sistematis, kemudian kelompok lain dapat memberikan tanggapan atau pertanyaan untuk memperdalam pemahaman.



Refleksi

Setelah menyelesaikan kegiatan pada LKPD ini, silakan mengisi refleksi pembelajaran melalui Google Form yang telah disediakan pada tautan berikut. Jawablah setiap pertanyaan secara jelas dan jujur berdasarkan pemahaman serta pengalaman belajar yang telah Anda peroleh.

LIVEWORKSHEETS