

**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK**  
**“RAHASIA MENCAIRNYA LILIN PADA PEMBUATAN BATIK**  
**TULIS”**

Kelompok : \_\_\_\_\_

Anggota kelompok:

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...

**A. Identitas Lembar Kerja**

Satuan Pendidikan	: SMA
Mata Pelajaran	: Fisika
Fase CP/ Kelas	: F/ XI
Alokasi Waktu	: 40 menit
Materi Pokok	: Perpindahan kalor
Sub Materi Pokok	: Konveksi
Model Pembelajaran	: <i>Problem-Based Learning (PBL)</i>
Metode Pembelajaran	: Diskusi-informasi

## B. Tujuan

1. Peserta didik mampu mengevaluasi efektivitas penggunaan ukuran wajan (A) dan intensitas api/ perbedaan suhu ( $\Delta T$ ) pada proses pencairan lilin ditinjau dari laju perpindahan kalor konveksi.
2. Peserta didik mampu merancang prosedur pemanasan lilin yang efektif agar mencair merata tanpa merusak kualitas lilin.

## C. Langkah Kerja

Berikut langkah kerja yang harus dilakukan untuk menyelesaikan LKPD Konveksi:

1. Baca dan pahami informasi dasar yang telah diberikan. Informasi ini penting sebagai petunjuk atau pengetahuan awal yang harus dimiliki untuk dapat mengerjakan LKPD.
2. Setelah memahami informasi dasar yang disajikan, selanjutnya bacalah orientasi masalah yang disajikan.
3. Pada orientasi masalah terdapat informasi dan data yang disajikan, masukkan data tersebut dalam tabel data yang telah disajikan.
4. Lengkapi tabel data dan jawab pertanyaan di bagian penyelidikan dan analisis.
5. Terakhir, isi kesimpulan berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan.

## D. Informasi Dasar

Informasi berikut akan membantumu dalam mengerjakan LKPD, baca dulu yuk!

### 1. Pengertian konveksi

Konveksi merupakan proses perpindahan kalor yang disertai perpindahan massa atau perpindahan dari zat perantaranya. Berbeda dengan konduksi yang partikelnya hanya bergetar, pada konveksi partikel benar-benar berpindah tempat. Pergerakan partikel dalam konveksi terjadi karena perbedaan massa jenis yang dipicu oleh suhu (lihat pada Gambar 1).



Gambar 1. Mekanisme Pergerakan Partikel dalam Konveksi/ Arus Konveksi

#### \*Keterangan:

Zat dengan suhu yang lebih tinggi akan menghasilkan arus konveksi yang lebih cepat jika dibandingkan dengan zat dengan suhu yang lebih rendah.

### 2. Persamaan kalor koneksi (H)

$$H = \frac{Q}{t} = h \cdot A \cdot \Delta T$$

H = Laju kalor konveksi (Watt atau J/s)

Q = Kalor (J)

$t$  = Waktu (s)

$h$  = Koefisien konveksi (W/mK atau W/m°C )

A = Luas penampang bahan (A)

$\Delta T$  = Perbedaan suhu antara permukaan benda dan fluida di sekitarnya (permukaan) (K atau °C)

- Laju kalor konveksi ( $H$ ) pada proses pembuatan batik tulis dapat ditemukan saat lilin/ malam dilelehkan dalam wajan. **Jika nilai laju kalor konveksi besar maka proses pencairan lilin akan berlangsung lebih cepat.** Begitu pula sebaliknya. Walaupun, lilin malam yang cepat mencair akan menguntungkan pengrajin batik tulis, intensitas api (besar kecilnya api) juga penting utnuk diperhatikan agar lilin tetap terjaga kualitasnya, proses melelehnya terjadi secara merata, dan tidak membuat lilin yang berada di dasar wajan menjadi gosong.
- Nilai  $h$  atau koefisien konveksi erat kaitannya dengan kekentalan zat. Pada proses membatik, ini berarti faktor jenis malam/ lilin yang digunakan akan mempengaruhi nilai  $h$ . **Semakin banyak ampas/ kotoran pada lilin, nilai  $h$  akan semakin kecil** dan mempengaruhi proses pembentukan arus konveksi, begitu pula sebaliknya.

Sumber:

Kusrini. (2020). *Modul Pembelajaran SMA Fisika Kelas XI Suhu dan Kalor*. Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, Direktorat Sekolah Menengah Atas.

Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022) *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Pusat Perbukuan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.

## E. Orientasi Masalah

Bu Lastri merupakan salah satu pengrajin batik tulis yang ada di Solo. Suatu hari, Bu Lastri melakukan percobaan pada proses pencairan malam/ lilin guna menjaga kualitas batik tulis yang dihasilkan. Sebelum melakukan percobaan, Bu Lastri menghancurkan bongkahan malam hingga menjadi butiran-butiran kecil agar lilin dapat tersebar merata di wajan ketika dipanaskan dan lebih cepat untuk mencair. Percobaan dilakukan menggunakan **4 buah wajan yang diisi dengan butiran lilin/ malam dengan jenis dan jumlah yang serupa (nilai h sama)** dan durasi/ waktu pemanasan sama. Dengan rincian:

- a. **Panci 1 (Diameter 10 cm, Api besar):** Hasilnya lilin di dasar wajan hangus (berubah warna coklat kehitaman) sementara bagian atas belum sepenuhnya mencair (masih berbentuk butiran-butiran).
- b. **Panci 2 (Diameter 10 cm, Api kecil):** Hasilnya lilin mencair tidak merata (bagian dasar mencair tetapi bagian permukaan masih butiran padat).
- c. **Panci 3 (Diameter 20 cm, Api besar):** Hasilnya seluruh lilin cepat mencair, namun muncul asap tebal dari pinggiran wajan yang menandakan lilin gosong.
- d. **Panci 4 (Diameter 20 cm, Api kecil):** Hasilnya, lilin mencair dengan merata di seluruh permukaan, warna tetap jernih, dan tidak gosong.



Gambar 1. Proses Pemanasan Lilin/ Malam

## F. Diskusi dan Penyelidikan

Berdasarkan orientasi masalah yang telah dipahami sebelumnya, jawablah beberapa pertanyaan di bawah ini!

### 1. Data percobaan

Dari hasil percobaan yang dilakukan oleh Bu Lastri, dengan menggunakan persamaan laju kalor  $H = \frac{Q}{t} = h \cdot A \cdot \Delta T$  lengkapilah tabel berikut ini!

Wajan no	Luas permukaan (A) *(Kecil/Besar)	Intensitas api ( $\Delta T$ ) *(Kecil/ Besar)	Laju kalor ( $H = h \cdot A \cdot \Delta T$ ) *(Rendah/ Sedang/Tinggi)	Kualitas lilin yang dihadirkan
1				
2				
3				
4				

Tabel 1. Data Percobaan 1

Menurut Tabel 1, jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini:

- Sebelum melakukan percobaan, Bu Lastri berpendapat bahwa "**Untuk mempercepat proses produksi, cara terbaiknya adalah memperbesar api ( $\Delta T$ ) sebesar-besarnya terlepas dari sebesar apa wajan yang digunakan.**" Berdasarkan

data percobaan yang telah dilakukan Bu Lastri pada **Wajan 1 dan Wajan 3**, evaluasi apakah pendapat Bu Lastri sebelumnya benar secara ilmiah? Pertimbangkan dengan nilai laju kalor konveksi ( $H$ ) dan kualitas lilin untuk setiap wajan!

Jawab:

- b. Perhatikan hasil percobaan pada Wajan 1. Meskipun nilai  $\Delta T$  tinggi yang membuat laju kalor konveksi bernilai besar, mengapa kondisi Wajan 1 dianggap gagal dalam mendistribusikan panas secara efektif ke seluruh bagian lilin? Bandingkan dengan laju kalor dan kondisi pada Wajan 4!

Jawab:

- c. Jika target yang ingin diraih adalah melelehkan lilin tanpa kegagalan (tidak gosong), berikan penilaianmu, apakah peningkatan laju kalor ( $P$ ) sebaiknya dilakukan dengan memperbesar  $A$  atau meningkatkan  $\Delta T$ ?

Jawab:

## 2. Merancang prosedur pemanasan lilin

Bu Lastri meminta bantuanmu untuk merancang sebuah prosedur pemanasan lilin yang efektif digunakan bagi pengrajin batik tulis Solo. Sesuaikan dengan prinsip laju kalor konduksi  $H = \frac{Q}{t} = h \cdot A \cdot \Delta T$ .

Tabel Rancangan

Bagian Prosedur	Tindakan	Alasan Ilmiah (Hubungkan dengan Prinsip Laju Kalor Konveksi)
Ukuran wajan ( $A$ )		

Pengaturan api ( $\Delta T$ )		
Inovasi lain		

Tabel 2. Rancangan Prosedur Pemanasan Lilin

## G.Kesimpulan

Berdasarkan penyelidikan dan analisis, didapatkan kesimpulan, antara lain:

1. Dari percobaan yang dilakukan oleh Bu Lastri, memanaskan lilin dengan wajan.....akan lebih efektif jika dibandingkan dengan wajan.....karena laju kalor konveksi ( $H$ ) yang dihasilkan pada wajan .....akan lebih besar jika dibandingkan dengan laju kalor konveksi pada wajan .....Laju kalor konveksi yang bernilai besar akan membuat butiran-butiran lilin dalam wajan lebih.....mencair karena kalor akan lebih .....berpindah dari dasar wajan yang panas menuju lilin. Namun, meningkatkan nilai laju kalor konveksi ( $H$ ) dengan .....nyala api ( $\Delta T$ ) tidak dapat dijadikan solusi yang efektif dalam proses pencairan lilin karena mempengaruhi.....
2. Rancangan prosedur pemanasan lilin yang efektif bagi pengrajin batik tulis dapat dilakukan dengan: