



Modul Praktikum Konsep Dasar IPA Berbantuan
Model Interactive Lecture Demonstration (ILD)
untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis
Mahasiswa PGSD

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga modul praktikum Konsep Dasar IPA untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Mahasiswa ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Modul ini dirancang sebagai bahan ajar praktikum berbasis pendekatan ilmiah dan model Interactive Lecture Demonstration (ILD) untuk mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis mahasiswa PGSD di Universitas Primagraha.

Modul ini berfokus pada lima jenis Perubahan Wujud Zat dan Energi Alternatif yang dikemas dalam kegiatan eksperimen sederhana, menarik, dan bermakna. Setiap kegiatan praktikum didesain agar mahasiswa tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual, tetapi juga terlatih dalam mengembangkan indikator berpikir kritis, yaitu: penjelasan, penalaran dasar, penarikan kesimpulan, evaluasi dan analisis, serta pengaturan diri.

Penulis menyadari bahwa modul ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan modul ini di masa mendatang. Akhir kata, semoga modul ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pembelajaran IPA di tingkat perguruan tinggi, khususnya bagi mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar.

Serang , Mei 2024
Penyusun,

Anna Maria Oktaviani

DAFTAR ISI

COVER.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
PERUBAHAN WUJUD ZAT.....	1
I. TUJUAN UMUM MODUL.....	1
II. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL).....	1
III. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR.....	1
A. Kompetensi Dasar (KD).....	1
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	1
IV. LANDASAN TEORI.....	2
A. Konsep Perubahan Wujud Zat.....	2
B. Berfikir Kritis dalam Pembelajaran IPA.....	3
C. Langkah-Langkah Praktikum ILD dalam Modul.....	3
V. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 1).....	4
A. Tujuan Praktikum.....	4
B. Alat dan Bahan.....	4
C. Langkah Kerja (ILD).....	4
D. Tabel Pengamatan.....	5
E. Refleksi.....	5
VI. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 2).....	7
A. Tujuan Praktikum.....	7
B. Alat dan Bahan.....	7
C. Langkah Kerja (ILD).....	7
D. Tabel Pengamatan.....	8
E. Refleksi.....	8
VII. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 3).....	10
A. Tujuan Praktikum.....	10
B. Alat dan Bahan.....	10
C. Langkah Kerja (ILD).....	11
D. Tabel Pengamatan.....	11
E. Refleksi	11

VIII. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 4)	14
A. Tujuan Praktikum	14
B. Alat dan Bahan	14
C. Langkah Kerja (ILD)	14
D. Tabel Pengamatan	15
E. Refleksi	15
IX. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 5)	17
A. Tujuan Praktikum	17
B. Alat dan Bahan	17
C. Langkah Kerja (ILD)	17
D. Tabel Pengamatan	18
E. Refleksi	18
X. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 6)	21
A. Tujuan Praktikum	21
B. Alat dan Bahan	21
C. Langkah Kerja (ILD)	21
D. Tabel Pengamatan	22
E. Refleksi	22
DAFTAR PUSTAKA	25
ENERGI ALTERNATIF	26
I. TUJUAN UMUM MODUL	26
II. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL)	26
III. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR	26
A. Kompetensi Dasar (KD)	26
B. Indikator Capaian Kompetensi	26
IV. LANDASAN TEORI	27
A. Konsep Energi Alternatif	27
B. Berfikir Kritis dalam Pembelajaran IPA	28
C. Langkah-Langkah Praktikum ILD dalam Modul	29
V. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 1)	30
A. Tujuan Praktikum	30
B. Alat dan Bahan	30
C. Langkah Kerja (ILD)	30
D. Tabel Pengamatan	31

E. Refleksi.....	31
VI. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 2).....	33
A. Tujuan Praktikum.....	33
B. Alat dan Bahan.....	33
C. Langkah Kerja (ILD).....	33
D. Tabel Pengamatan.....	34
E. Refleksi.....	34
VII. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 3).....	36
A. Tujuan Praktikum.....	36
B. Alat dan Bahan.....	36
C. Langkah Kerja (ILD).....	36
D. Tabel Pengamatan.....	37
E. Refleksi.....	37
VIII. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 4).....	39
A. Tujuan Praktikum.....	39
B. Alat dan Bahan.....	39
C. Langkah Kerja (ILD).....	40
D. Tabel Pengamatan.....	40
E. Refleksi.....	40
IX. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 5).....	42
A. Tujuan Praktikum.....	42
B. Alat dan Bahan.....	43
C. Langkah Kerja (ILD).....	43
D. Tabel Pengamatan.....	43
E. Refleksi.....	43
X. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 6).....	46
A. Tujuan Praktikum.....	46
B. Alat dan Bahan.....	46
C. Langkah Kerja (ILD).....	46
D. Tabel Pengamatan.....	47
E. Refleksi.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49

PERUBAHAN WUJUD ZAT

I. TUJUAN UMUM MODUL

Modul ini bertujuan untuk memberikan pengalaman praktikum berbasis eksperimen dan demonstrasi ilmiah melalui pendekatan Interactive Lecture Demonstration (ILD), guna:

1. Meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep dasar IPA,
2. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa melalui kegiatan Prediksi, Pengalaman, Refleksi.

II. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL)

Setelah menyelesaikan pembelajaran dengan menggunakan modul ini, mahasiswa diharapkan mampu menunjukkan kompetensi sebagai berikut:

CPL Pengetahuan (KU1)	Mampu menguasai konsep dasar ilmu pengetahuan alam (IPA) secara konseptual dan aplikatif.
CPL Keterampilan Umum (KU2)	Mampu menerapkan metode ilmiah dalam memecahkan masalah nyata melalui kegiatan praktikum.
CPL Keterampilan Khusus (KK1)	Mampu merancang, melaksanakan, dan merefleksikan kegiatan pembelajaran IPA yang mengembangkan keterampilan berpikir kritis.
CPL Sikap (SI)	Menunjukkan sikap ilmiah, terbuka, dan bertanggung jawab dalam kegiatan observasi dan eksperimen sederhana.

III. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

A. Kompetensi Dasar (KD)

1. Menganalisis konsep perubahan wujud zat dan kaitannya dengan energi panas.
2. Melakukan eksperimen IPA dasar dengan prosedur ilmiah sederhana.
3. Menunjukkan keterampilan berpikir kritis dalam kegiatan praktikum IPA.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan konsep ilmiah perubahan wujud zat dengan benar.
2. Melakukan observasi eksperimen perubahan wujud zat secara sistematis.
3. Menggunakan keterampilan berpikir kritis sesuai 5 indikator utama:
 - a. Penjelasan – Menyampaikan informasi ilmiah secara logis dan jelas.
 - b. Penalaran Dasar – Menafsirkan gejala berdasarkan teori.

- c. Penarikan Kesimpulan – Menyusun kesimpulan berdasarkan data.
- d. Evaluasi dan Analisis – Menilai kesesuaian hasil dengan teori.
- e. Pengaturan Diri – Merefleksikan proses berpikir dan merancang strategi berpikir lebih baik.

IV. LANDASAN TEORI

A. Konsep Perubahan Wujud Zat

Perubahan wujud zat merupakan fenomena fisika yang terjadi ketika suatu zat berpindah dari satu fase ke fase lain akibat perubahan energi, khususnya energi kalor (Cengel & Boles, 2015). Dalam ilmu fisika dan kimia, wujud zat umumnya diklasifikasikan menjadi tiga bentuk utama: padat, cair, dan gas, meskipun dalam kajian lanjutan dikenal pula wujud plasma dan kondensat Bose-Einstein (Chang & Overby, 2011). Perubahan wujud terjadi ketika energi panas ditambahkan atau dilepaskan oleh zat tersebut, tanpa terjadi perubahan komposisi kimianya, sehingga termasuk ke dalam kategori perubahan fisika (Zumdahl & Zumdahl, 2010). Jenis-jenis perubahan wujud zat antara lain:

1. Mencair (Melebur): Padat → Cair (Contoh: Es mencair)
2. Menguap: Cair → Gas (Contoh: Air mendidih)
3. Membeku: Cair → Padat (Contoh: Air menjadi es)
4. Mengembun: Gas → Cair (Contoh: Embun pada kaca)
5. Menyublim: Padat → Gas (Contoh: Kapur barus)
6. Menghablur/Kristalisasi: Cair → Padat (Contoh: Pembentukan garam)

Perubahan ini melibatkan energi panas yang menyebabkan partikel zat bergerak lebih cepat atau lambat. Secara mikroskopis, perubahan wujud zat mencerminkan perubahan dalam susunan dan gerak partikel. Dalam zat padat, partikel tersusun rapat dan hanya bergetar di tempat, dalam zat cair, partikel lebih bebas bergerak tetapi masih saling tarik-menarik, sedangkan dalam zat gas, partikel bergerak bebas dan tidak terikat satu sama lain (Brown et al., 2015). Misalnya, ketika es mencair menjadi air, energi panas yang diberikan menyebabkan molekul-molekul es memperoleh energi kinetik yang cukup untuk melepaskan diri dari struktur kisi padatnya, sehingga menjadi cair.

Dari perspektif termodinamika, perubahan wujud berhubungan erat dengan enthalpi (panas laten). Misalnya, panas laten peleburan (latent heat of fusion) adalah jumlah energi yang diperlukan untuk mengubah satu gram zat padat menjadi cair pada titik leburnya tanpa perubahan suhu. Demikian pula, panas laten

penguapan (*latent heat of vaporization*) mengacu pada energi yang diperlukan untuk mengubah cairan menjadi gas pada titik didihnya (Atkins & de Paula, 2014). Oleh karena itu, dalam setiap transisi fase, suhu sistem tetap konstan meskipun energi kalor terus diserap atau dilepaskan.

B. Berfikir Kritis dalam Pembelajaran IPA

Dalam pendidikan IPA, berpikir kritis menjadi dasar bagi mahasiswa untuk mengkonstruksi pemahaman, mengevaluasi informasi, serta menyelesaikan permasalahan ilmiah melalui pendekatan berbasis bukti. Dalam pembelajaran IPA, berpikir kritis penting karena membantu mahasiswa untuk:

1. Menganalisis data eksperimen dengan cermat dan menghindari kesalahan dalam interpretasi.
2. Menyimpulkan hasil secara logis berdasarkan bukti, bukan asumsi.
3. Memecahkan masalah ilmiah secara sistematis, dengan menggunakan langkah-langkah ilmiah seperti prediksi, observasi, dan refleksi.

Indikator berpikir kritis yang digunakan dalam modul ini yaitu menggunakan lima indikator utama yang bersumber dari pemikiran para pakar:

1. Penjelasan (*Explanation; Clarity*)

Mahasiswa mampu menyampaikan informasi ilmiah dengan jelas dan logis, serta menggunakan istilah ilmiah yang tepat.

2. Penalaran Dasar (*Interpretation; Basic Reasoning*)

Mahasiswa menafsirkan fenomena berdasarkan pengetahuan konseptual dan menghubungkannya dengan teori.

3. Penarikan Kesimpulan (*Inference; Conclusion Drawing*)

Mahasiswa menyusun kesimpulan berdasarkan bukti pengamatan dan hasil eksperimen.

4. Evaluasi dan Analisis (*Evaluation & Analysis; Depth & Breadth*).

Mahasiswa mengevaluasi kesesuaian hasil dengan teori, serta menganalisis kemungkinan penyebab perbedaan.

5. Pengaturan Diri (*Self-Regulation*)

Mahasiswa mampu merefleksikan cara berpikirnya sendiri, mengidentifikasi kesalahan, dan merancang strategi perbaikan.

C. Langkah-Langkah Praktikum ILD dalam Modul

1. Prediksi

Mahasiswa memprediksi hasil eksperimen berdasarkan pengetahuan awal.

2. Pengalaman

Dosen/mahasiswa melakukan eksperimen sambil diamati bersama.

3. Refleksi & Diskusi

Mahasiswa membandingkan prediksi dengan hasil nyata, mendiskusikan makna konseptualnya, dan menyimpulkan.

V. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 1)

<u>Topik</u>	<u>Perubahan Wujud Zat – Padat ke Cair (Mencair/Melebur)</u>
<u>Model</u>	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
<u>Waktu</u>	± 60 <u>menit</u>

A. Tujuan Praktikum

Setelah mengikuti kegiatan ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mengamati proses perubahan wujud zat dari padat ke cair (mencair).
2. Menjelaskan peran energi panas (kalor) dalam proses pelelehan zat padat.
3. Menjelaskan hubungan antara suhu dan titik leleh suatu zat.
4. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

1. Es batu (dalam ukuran yang sama, ± 3 buah)
2. Wadah tahan panas (2 buah)
3. Termometer
4. Stopwatch
5. Sumber panas (lampu belajar atau hairdryer)
6. Air dingin untuk kontrol suhu
7. Tissue/kain lap

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi

Tuliskan prediksi Anda:

Bagaimana suhu memengaruhi kecepatan mencairnya es? Apa yang akan terjadi jika es diletakkan di bawah sumber panas dan disuhu ruangan biasa?

2. Masukkan masing-masing satu es batu ke dalam dua wadah identik.
3. Letakkan wadah pertama di bawah lampu belajar atau hairdryer, dan wadah kedua di suhu ruang biasa.

4. Ukur suhu di sekitar kedua wadah.
5. Amati dan catat waktu yang dibutuhkan masing-masing es batu untuk mencair sempurna.
6. Ulangi dengan kondisi berbeda (misalnya es dibungkus kain, atau diletakkan di air hangat).
7. Diskusikan bersama kelompok, catatlah semua data dalam tabel berikut.

D. Tabel Pengamatan

<u>Kondisi Eksperimen</u>	<u>Suhu Sekitar (°C)</u>	<u>Waktu Mencair (menit)</u>	<u>Catatan Tambahan</u>
<u>Es di suhu ruang</u>			
<u>Es di bawah lampu/hairedryer</u>			
<u>Es dibungkus kain</u>			
<u>Es di air hangat</u>			

E. Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Jelaskan proses mencair secara mikroskopis. Apa yang terjadi pada partikel zat padat saat menerima kalor?

Jawaban

2. Mengapa es dalam beberapa kondisi mencair lebih cepat dari yang lain? Jelaskan secara ilmiah.

Jawaban

3. Apa perbedaan suhu antara lingkungan mencair tercepat dan paling lambat?

Jawaban

4. Bagaimana hal ini memengaruhi kecepatan mencair?

Jawaban

5. Jika Anda mengulangi eksperimen ini, apa yang akan Anda ubah atau perbaiki? Apa tantangan utama dalam praktik ini?

Jawaban

.....

.....

.....

.....

VI. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 2)

<u>Topik</u>	<u>Perubahan Wujud Zat – Cair ke Gas (Penguapan)</u>
<u>Model</u>	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
<u>Waktu</u>	$\pm$ 60 <u>menit</u>

A. Tujuan Praktikum

Setelah mengikuti kegiatan ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mengamati proses penguapan air dalam kondisi berbeda.
2. Menjelaskan peran panas dan luas permukaan terhadap kecepatan penguapan.
3. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

1. 2 gelas kaca identik
2. Air 100 mL
3. Sendok pipih atau tatakan datar
4. Stopwatch
5. Termometer
6. Sumber panas (lampu belajar atau sinar matahari)
7. Tissue/kain lap

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi

Tulis prediksi Anda:

Di antara air dalam gelas dan air di sendok, mana yang akan lebih cepat menguap? Mengapa?

2. Masukkan masing-masing 50 mL air ke dalam dua wadah:

- Gelas kaca
- Sendok pipih

3. Letakkan kedua wadah di bawah sinar matahari/lampu selama 30 menit. Pastikan suhu sekitar dicatat.

4. Amati dan catat perubahan volume air setiap 10 menit.

5. Diskusikan dalam kelompok

Apa faktor yang memengaruhi kecepatan penguapan?

6. Bandingkan hasil pengamatan dengan prediksi awal

D. Tabel Pengamatan

<u>Waktu</u> (menit)	<u>Volume</u> <u>Air (Gelas)</u>	<u>Volume Air</u> <u>(Sendok)</u>	<u>Suhu Sekitar</u> (°C)	<u>Catatan</u>
0	50 mL	50 mL		
10				
20				
30				

E. Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Jelaskan bagaimana proses penguapan terjadi dan apa peran panas dalam proses tersebut

Jawaban

2. Mengapa air dalam sendok lebih cepat berkurang dibandingkan di gelas (jika terjadi)? Apa yang menyebabkannya?

Jawaban

3. Buat kesimpulan tentang pengaruh luas permukaan terhadap penguapan berdasarkan hasil percobaan Anda

Jawaban

4. Apakah semua faktor luar (suhu, cahaya, posisi) sudah dikendalikan?
Apa kemungkinan penyebab ketidaksesuaian antara prediksi dan hasil?

Jawaban

5. Bagaimana Anda akan merancang ulang percobaan ini agar lebih akurat? Bagian mana yang paling menantang bagi Anda?

Jawaban

VII. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 3)

Topik	Perubahan Wujud Zat – Cair ke Padat (Membeku)
Model	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
Waktu	± 60 menit

A. Tujuan Praktikum

1. Mengamati secara langsung proses perubahan wujud zat dari cair ke padat (membeku).
2. Menjelaskan peran pelepasan kalor (panas) dalam proses pembekuan.
3. Menganalisis perbedaan titik beku antar zat cair dan pengaruhnya terhadap waktu pembekuan.
4. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

1. Air bersih (100 mL)
2. Minyak goreng (100 mL)
3. 2 gelas plastik kecil
4. Freezer atau pendingin es
5. Stopwatch
6. Termometer ruangan
7. Spidol/pulpen dan label
8. Tissue/kain lap

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi Awal

Tuliskan prediksi Anda:

Zat cair manakah yang akan lebih cepat membeku antara air dan minyak? Mengapa? Apa pengaruh titik beku dan komposisi zat terhadap kecepatan pembekuan?

2. Siapkan dua gelas plastik dan beri label "Air" dan "Minyak".
3. Masukkan masing-masing 100 mL air dan minyak ke dalam gelas terpisah.
4. Catat suhu awal zat cair dan suhu dalam freezer.
5. Masukkan kedua gelas ke dalam freezer pada waktu yang sama.

6. Amati dan catat setiap 10 menit kondisi zat (cair, mulai membeku, setengah padat, atau padat).
7. Diskusikan bersama kelompok, catat waktu yang diperlukan masing-masing zat untuk mulai membeku dan membeku sempurna ke dalam tabel berikut

D. Tabel Pengamatan

<u>Waktu (menit)</u>	<u>Suhu Freezer (°C)</u>	<u>Kondisi Air</u>	<u>Kondisi Minyak</u>
0		<u>Cair</u>	<u>Cair</u>
10			
20			
30			
40			
50			
60			

E. Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Jelaskan proses pembekuan secara mikroskopis. Apa yang terjadi pada partikel zat cair saat kehilangan kalor?

Jawaban

2. Mengapa air dan minyak menunjukkan waktu pembekuan yang berbeda? Kaitkan dengan titik beku dan struktur molekul.

Jawaban

3. Bagaimana Anda menyimpulkan bahwa suatu zat telah membeku sempurna? Apa indikator fisiknya?

Jawaban

4. Apakah semua variabel (volume, suhu awal, posisi) sudah dikontrol? Jika tidak, bagaimana hal itu memengaruhi hasil?

Jawaban

5. Jika Anda ingin mempercepat pembekuan zat cair, tindakan apa yang dapat dilakukan? Bagaimana prinsip ilmiahnya?

Jawaban

.....

.....

.....

.....

UNIVERSITAS
NEGERI
JAKARTA

VIII. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 4)

Topik	Perubahan Wujud Zat – Cair ke Padat (Membeku)
Model	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
Waktu	± 60 menit

A. Tujuan Praktikum

1. Mengamati secara langsung proses kondensasi (gas menjadi cair).
2. Menjelaskan peran pendinginan dalam proses pengembunan.
3. Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi proses kondensasi seperti suhu lingkungan dan kelembaban.
4. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

1. Gelas kaca bening (2 buah)
2. Air panas (± 200 mL)
3. Air dingin (± 200 mL)
4. Tutup gelas kaca atau piring kecil
5. Es batu (secukupnya)
6. Stopwatch
7. Tissue atau lap kering
8. Termometer ruangan
9. Spidol/pulpen dan label

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi Awal:
Tuliskan prediksi Anda:
Apa yang terjadi jika uap air bertemu permukaan dingin?
Apakah akan terbentuk cairan? Apa yang memengaruhi kecepatan terbentuknya embun?
2. Tuangkan air panas ke dalam gelas pertama dan air dingin ke gelas kedua.
3. Tutup kedua gelas dengan tutup/piring kecil yang telah diberi es batu di atasnya.
4. Amati bagian bawah tutup selama $\pm 10-15$ menit.
5. Amati terbentuknya titik-titik air (embun) di permukaan bagian dalam tutup gelas.

6. Bandingkan hasil pada gelas berisi air panas dan air dingin.
7. Ukur suhu sekitar selama eksperimen berlangsung.
8. Diskusikan hasil pengamatan kelompok ke dalam tabel berikut

B. Tabel Pengamatan

<u>Kondisi Gelas</u>	<u>Suhu Air Dalam Gelas</u>	<u>Suhu Sekitar (°C)</u>	<u>Waktu Muncul Embun (menit)</u>	<u>Jumlah Embun (Sedikit/Sedang/Banyak)</u>	<u>Catatan Tambahan</u>
<u>Gelas dengan Air Panas</u>					
<u>Gelas dengan Air Dingin</u>					

E. Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Jelaskan secara mikroskopis bagaimana proses pengembunan terjadi saat uap air berubah menjadi cair

Jawaban

2. Mengapa embun lebih cepat dan lebih banyak terbentuk pada gelas yang berisi air panas? Jelaskan berdasarkan konsep suhu dan uap.

Jawaban

3. Apa fungsi es di atas tutup gelas dalam eksperimen ini? Bagaimana ia membantu proses kondensasi?

Jawaban

4. Apa hubungan antara suhu lingkungan, kelembapan udara, dan proses terbentuknya embun?

Jawaban

5. Apa contoh nyata dari proses kondensasi dalam kehidupan sehari-hari? Jelaskan dari sisi ilmiah?

Jawaban

IX. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 5)

<u>Topik</u>	<u>Perubahan Wujud Zat – Padat ke Gas (Menyublim)</u>
<u>Model</u>	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
<u>Waktu</u>	± 60 <u>menit</u>

A. Tujuan Praktikum

1. Mengamati secara langsung proses perubahan wujud dari padat ke gas (sublimasi).
2. Menjelaskan prinsip kerja sublimasi dan hubungannya dengan tekanan uap dan suhu.
3. Menganalisis karakteristik zat-zat yang dapat menyublim.
4. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

1. Kapur barus atau kamper ($\pm 2-3$ butir)
2. Kertas atau alas gelas
3. Stoples atau wadah tertutup transparan
4. Stopwatch
5. Timbangan digital (opsional)
6. Termometer ruangan
7. Tissue atau lap

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi Awal

Tuliskan prediksi Anda:

Apa yang akan terjadi jika kapur barus diletakkan di ruang terbuka dan tertutup dalam waktu lama? Apakah zat padat akan langsung berubah menjadi gas?

2. Siapkan dua buah wadah: satu terbuka, satu lagi tertutup rapat.

3. Letakkan masing-masing 1 butir kapur barus di kedua wadah di atas alas kertas atau kaca.

4. Catat suhu ruangan saat percobaan dimulai.

5. Amati perubahan wujud kapur barus setiap 10 menit selama $\pm 40-60$ menit.

6. Jika tersedia, timbang sisa massa kapur barus sebelum dan sesudah percobaan.

7. Amati dan catat visual (pengecilan ukuran, hilangnya zat, tidak ada cairan terbentuk).

8. Bandingkan hasil antara wadah terbuka dan tertutup bersama teman kelompok dan tuliskan hasil pengamatan pada tabel berikut.

D. Tabel Pengamatan

<u>Waktu (menit)</u>	<u>Wadah Terbuka – Pengamatan</u>	<u>Wadah Tertutup – Pengamatan</u>	<u>Suhu Ruangan (°C)</u>	<u>Catatan Tambahan</u>
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				

E. Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Apa yang terjadi pada kapur barus selama percobaan berlangsung? Apakah ada cairan terbentuk? Jelaskan jenis perubahan wujud yang diamati.

Jawaban

2. Mengapa kapur barus dalam wadah terbuka cenderung menyublim lebih cepat? Kaitkan dengan tekanan uap dan kontak udara.

Jawaban

3. Apa yang membedakan sublimasi dengan mencair atau menguap? Jelaskan dari sudut pandang energi dan pergerakan partikel

Jawaban

4. Apakah suhu ruangan berpengaruh terhadap kecepatan sublimasi? Bagaimana jika percobaan dilakukan di suhu lebih rendah atau lebih tinggi?

Jawaban

5. Sebutkan contoh lain zat yang mengalami sublimasi dalam kehidupan sehari-hari. Jelaskan manfaat atau bahayanya

Jawaban

IX. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 6)

Topik	Perubahan Wujud Zat – Cair ke Padat (Menghablur/Kristalisasi)
Model	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
Waktu	± 60 menit

A. Tujuan Praktikum

1. Mengamati proses perubahan wujud zat dari cair ke padat melalui kristalisasi.
2. Menjelaskan proses terbentuknya kristal dari larutan jenuh.
3. Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi kecepatan dan bentuk kristal.
4. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis, Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

1. Gula pasir ($\pm$ 100 gram)
2. Air panas ($\pm$ 100 mL)
3. Gelas kaca atau beaker (2 buah)
4. Sendok pengaduk
5. Benang atau tusuk sate
6. Kertas dan klip penjepit
7. Kompor listrik/pemanas (jika diperlukan)
8. Stopwatch
9. Termometer

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi Awal:
Tuliskan prediksi Anda:
Apa yang akan terjadi jika larutan gula jenuh dibiarkan mendingin perlahan? Apakah akan terbentuk endapan atau kristal? Apa faktor yang memengaruhi bentuk kristalnya?
2. Panaskan 100 mL air hingga mendidih, lalu tuangkan ke dalam gelas kaca.
3. Tambahkan gula sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga tidak larut lagi (larutan jenuh tercapai).
4. Tuangkan larutan tersebut ke dalam gelas kedua, lalu gantungkan benang atau tusuk sate dengan pemberat kecil di tengah gelas, pastikan tidak menyentuh dasar.

5. Biarkan larutan mendingin pada suhu ruang, hindari getaran atau perpindahan tempat.
6. Amati perubahan yang terjadi setiap 10–15 menit, terutama pada benang/tusuk sate dan dasar gelas.
7. Diskusikan dalam kelompok, catat waktu mulai terbentuknya kristal dan perubahan yang terjadi ke dalam tabel.

D. Tabel Pengamatan

Waktu (menit)	Suhu Larutan (°C)	Kristal Terbentuk (Ya/Tidak)	Lokasi Pembentukan Kristal	Bentuk/Ukuran Awal Kristal
0				
15				
30				
45				
60				

E. Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Apa perbedaan antara pembekuan biasa dan kristalisasi? Jelaskan berdasarkan keteraturan partikel yang terbentuk.

Jawaban

2. Mengapa larutan jenuh penting dalam proses kristalisasi? Bagaimana ia memicu terbentuknya kristal ?

Jawaban

3. Apa peran suhu dalam menentukan bentuk dan ukuran kristal? Bagaimana jika pendinginan dilakukan sangat cepat ?

Jawaban

4. Faktor apa saja yang dapat mengganggu proses kristalisasi? Bagaimana cara mengendalikannya?

Jawaban

5. Berikan contoh aplikasi kristalisasi dalam bidang industri atau kehidupan sehari-hari. Jelaskan prinsip ilmiahnya?

Jawaban

.....

.....

.....

.....

UNIVERSITAS
NEGERI
JAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, P., & de Paula, J. (2014). *Physical Chemistry* (10th ed.). Oxford University Press.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., & Woodward, P. M. (2015). *Chemistry: The Central Science* (13th ed.). Pearson.
- Campbell, N. A., et al. (2008). *Biology* (8th Ed.). Pearson Benjamin Cummings.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). *Thermodynamics: An Engineering Approach* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Chang, R., & Overby, J. (2011). *General Chemistry: The Essential Concepts* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Ennis, R. H. (1991). *Critical Thinking: A Streamlined Conception*. *Teaching Philosophy*, 14(1), 5–24.
- Facione, P. A. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. California Academic Press.
- Paul, R., & Elder, L. (2006). *Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Learning and Your Life*. Pearson Education.
- Petrucchi, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). *General Chemistry: Principles and Modern Applications* (11th ed.). Pearson.
- Sokoloff, D. R., & Thornton, R. K. (2004). *Interactive Lecture Demonstrations: Active Learning in Introductory Physics*. Wiley.
- Zumdahl, S. S., & Zumdahl, S. A. (2010). *Chemistry* (8th ed.). Brooks/Cole.

EERGI ALTERNATIF

I. TUJUAN UMUM MODUL

Modul ini bertujuan untuk memberikan pengalaman praktikum berbasis eksperimen dan demonstrasi ilmiah melalui pendekatan Interactive Lecture Demonstration (ILD), guna:

1. Meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep dasar IPA,
2. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa melalui kegiatan Prediksi, Pengalaman, Refleksi.

II. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL)

Setelah menyelesaikan pembelajaran dengan menggunakan modul ini, mahasiswa diharapkan mampu menunjukkan kompetensi sebagai berikut:

CPL Pengetahuan (KU1)	Mampu menguasai konsep dasar ilmu pengetahuan alam (IPA) secara konseptual dan aplikatif.
CPL Keterampilan Umum (KU2)	Mampu menerapkan metode ilmiah dalam memecahkan masalah nyata melalui kegiatan praktikum.
CPL Keterampilan Khusus (KK1)	Mampu merancang, melaksanakan, dan merefleksikan kegiatan pembelajaran IPA yang mengembangkan keterampilan berpikir kritis.
CPL Sikap (S1)	Menunjukkan sikap ilmiah, terbuka, dan bertanggung jawab dalam kegiatan observasi dan eksperimen sederhana.

III. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

A. Kompetensi Dasar (KD)

1. Menganalisis konsep energi alternatif dan kaitannya dengan energi panas.
2. Melakukan eksperimen IPA dasar dengan prosedur ilmiah sederhana.
3. Menunjukkan keterampilan berpikir kritis dalam kegiatan praktikum IPA.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan konsep ilmiah perubahan wujud zat dengan benar.
2. Melakukan observasi eksperimen energi alternatif secara sistematis.
3. Menggunakan keterampilan berpikir kritis sesuai 5 indikator utama:
 - a. Penjelasan – Menyampaikan informasi ilmiah secara logis dan jelas.

- b. Penalaran Dasar – Menafsirkan gejala berdasarkan teori.
- c. Penarikan Kesimpulan – Menyusun kesimpulan berdasarkan data.
- d. Evaluasi dan Analisis – Menilai kesesuaian hasil dengan teori.
- e. Pengaturan Diri – Merefleksikan proses berpikir dan merancang strategi berpikir lebih baik.

IV. LANDASAN TEORI

Konsep Energi Alternatif

Energi alternatif merupakan sumber energi yang digunakan sebagai pengganti energi konvensional seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam yang bersifat tidak terbarukan. Energi ini berasal dari sumber-sumber alam yang dapat diperbarui dan relatif lebih ramah lingkungan karena menghasilkan emisi karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil (Boyle, 2012). Dalam konteks global, pengembangan energi alternatif menjadi sangat penting karena cadangan energi fosil semakin menipis, sementara kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan industrialisasi. Selain itu, penggunaan energi fosil dalam jangka panjang telah menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim (Owusu & Asumadu-Sarkodie, 2016).

Jenis-jenis energi alternatif yang umum dikembangkan meliputi energi surya, angin, air, biomassa, panas bumi, dan energi laut.

1. Energi surya, misalnya, memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik melalui panel fotovoltaik dan memiliki kelebihan berupa ketersediaan yang melimpah serta bersifat bersih. Namun, efisiensinya masih bergantung pada kondisi cuaca dan waktu (Kalogirou, 2009).
2. Energi angin memanfaatkan pergerakan udara untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik, cocok diterapkan di daerah terbuka yang berangin, meskipun tantangan seperti fluktuasi kecepatan angin dan dampak terhadap satwa perlu diperhatikan (Tiwari & Ghosal, 2005).
3. Energi air atau hidroenergi telah lama dimanfaatkan melalui pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang stabil dan dapat menghasilkan daya besar, namun membutuhkan infrastruktur besar dan berpotensi mengubah ekosistem sungai.

4. Sumber energi lain seperti biomassa berasal dari limbah organik yang dapat dibakar untuk menghasilkan panas atau diolah menjadi bahan bakar cair seperti bioetanol dan biodiesel.
5. Sementara itu, energi panas bumi (geothermal) berasal dari panas dalam bumi dan dapat dimanfaatkan secara kontinu, terutama di wilayah yang memiliki aktivitas vulkanik tinggi seperti Indonesia (Maryunani, 2017).
6. Energi laut, baik dari gelombang maupun pasang surut, juga menjanjikan potensi besar namun masih dalam tahap pengembangan karena tantangan teknologi dan biaya tinggi.

Masing-masing jenis energi alternatif memiliki kelebihan dan keterbatasan, baik dari segi teknis, ekonomi, maupun lingkungan. Di Indonesia, pengembangan energi alternatif sangat relevan mengingat negara ini memiliki potensi energi terbarukan yang besar. Posisi geografis Indonesia di garis khatulistiwa memungkinkan potensi energi surya yang tinggi, serta memiliki garis pantai dan sumber air melimpah yang cocok untuk pembangkit tenaga air dan energi laut. Indonesia juga memiliki potensi panas bumi terbesar kedua di dunia, serta cadangan biomassa dari limbah pertanian dan kehutanan yang melimpah (Handoko, 2020). Meski demikian, tantangan utama dalam pengembangan energi alternatif di Indonesia antara lain adalah biaya investasi awal yang tinggi, kurangnya infrastruktur pendukung, dan perlunya kebijakan energi yang konsisten serta berpihak pada pembangunan berkelanjutan.

Dengan meningkatnya kesadaran akan perubahan iklim dan perlunya transisi energi yang berkelanjutan, energi alternatif menjadi solusi strategis bagi masa depan. Pengembangan dan pemanfaatan energi alternatif tidak hanya berdampak pada ketahanan energi nasional, tetapi juga berkontribusi pada upaya global dalam mengurangi emisi karbon dan melestarikan lingkungan hidup. Oleh karena itu, investasi dalam riset, teknologi, dan edukasi publik mengenai energi terbarukan menjadi sangat penting dalam mewujudkan sistem energi yang bersih dan berkelanjutan di masa mendatang (IPCC, 2021).

Berpikir Kritis dalam Pembelajaran IPA

Dalam pendidikan IPA, berpikir kritis menjadi dasar bagi mahasiswa untuk mengkonstruksi pemahaman, mengevaluasi informasi, serta menyelesaikan

permasalahan ilmiah melalui pendekatan berbasis bukti. Dalam pembelajaran IPA, berpikir kritis penting karena membantu mahasiswa untuk:

1. Menganalisis data eksperimen dengan cermat dan menghindari kesalahan dalam interpretasi.
2. Menyimpulkan hasil secara logis berdasarkan bukti, bukan asumsi.
3. Memecahkan masalah ilmiah secara sistematis, dengan menggunakan langkah-langkah ilmiah seperti prediksi, observasi, dan refleksi.

Indikator berpikir kritis yang digunakan dalam modul ini yaitu menggunakan lima indikator utama yang bersumber dari pemikiran para pakar:

1. Penjelasan (Explanation; Clarity)

Mahasiswa mampu menyampaikan informasi ilmiah dengan jelas dan logis, serta menggunakan istilah ilmiah yang tepat.

2. Penalaran Dasar (Interpretation; Basic Reasoning)

Mahasiswa menafsirkan fenomena berdasarkan pengetahuan konseptual dan menghubungkannya dengan teori.

3. Penarikan Kesimpulan (Inference; Conclusion Drawing)

Mahasiswa menyusun kesimpulan berdasarkan bukti pengamatan dan hasil eksperimen.

4. Evaluasi dan Analisis (Evaluation & Analysis; Depth & Breadth).

Mahasiswa mengevaluasi kesesuaian hasil dengan teori, serta menganalisis kemungkinan penyebab perbedaan.

5. Pengaturan Diri (Self-Regulation)

Mahasiswa mampu merefleksikan cara berpikirnya sendiri, mengidentifikasi kesalahan, dan merancang strategi perbaikan.

C. Langkah-Langkah Praktikum ILD dalam Modul

1. Prediksi

Mahasiswa memprediksi hasil eksperimen berdasarkan pengetahuan awal.

2. Pengalaman

Dosen/mahasiswa melakukan eksperimen sambil diamati bersama.

3. Refleksi & Diskusi

Mahasiswa membandingkan prediksi dengan hasil nyata, mendiskusikan makna konseptualnya, dan menyimpulkan.

V. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 1)

Topik	Energi Surya - Pengaruh Warna Permukaan terhadap Penyerapan Energi Matahari
Model	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
Waktu	± 60 menit

Tujuan Praktikum

1. Mengamati perbedaan suhu air pada wadah berwarna berbeda setelah terpapar sinar matahari.
2. Menjelaskan bagaimana warna permukaan memengaruhi penyerapan energi panas.
3. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

Alat dan Bahan

1. 3 gelas kaca identik atau botol bening (volume $\pm$ 200 mL)
2. Kertas warna (hitam, putih, dan transparan/bening)
3. Air bersuhu ruang (150 mL per gelas)
4. Termometer (3 buah atau 1 buah digunakan bergantian)
5. Stopwatch
6. Sinar matahari langsung (atau lampu belajar sebagai alternatif)
7. Perekat/lakban bening

Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi
Tuliskan prediksi Anda:
Gelas mana (berwarna hitam, putih, atau transparan) yang akan menunjukkan suhu air paling tinggi setelah diletakkan di bawah sinar matahari selama 30 menit? Mengapa?
2. Bungkus masing-masing gelas dengan kertas berwarna hitam, putih, dan biarkan satu gelas transparan.
3. Isi masing-masing gelas dengan 150 mL air bersuhu ruang.
4. Ukur dan catat suhu awal air di ketiga gelas.
5. Letakkan ketiga gelas di bawah sinar matahari langsung secara bersamaan.

6. Ukur dan catat suhu air pada menit ke-10, 20, dan 30.
7. Bandingkan perubahan suhu antar gelas.
8. Diskusikan bersama kelompok, catatlah semua hasil diskusi ke dalam tabel.

Tabel Pengamatan

Waktu (menit)	Suhu Air – Gelas Hitam (°C)	Suhu Air – Gelas Putih (°C)	Suhu Air – Gelas Transparan (°C)	Suhu Sekitar (°C)	Catatan Tambahan
0					
10					
20					
30					

Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Gelas mana yang menunjukkan peningkatan suhu tertinggi? Mengapa warna tersebut menyerap lebih banyak energi panas?

Jawaban

2. Apa hubungan antara warna permukaan dan kemampuan menyerap atau memantulkan cahaya? Jelaskan dengan konsep energi surya.

Jawaban

Jawaban

3. Apa faktor luar yang dapat memengaruhi hasil percobaan? Apakah semua sudah dikendalikan?

Jawaban

Jawaban

4. Jika Anda mengulangi percobaan ini dengan bahan lain (logam, plastik), apakah hasilnya bisa berbeda? Mengapa?

Jawaban

Jawaban

5. Sebutkan aplikasi konsep ini dalam kehidupan sehari-hari atau teknologi (misalnya rumah, pakaian, kendaraan, dll).

Jawaban

.....

.....

.....

.....

VI. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 2)

Topik	Energi Angin - Putaran Baling-Baling Mini terhadap Kecepatan Angin Buatan
Model	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
Waktu	± 60 menit

A. Tujuan Praktikum

1. Mengamati hubungan antara kecepatan angin dan putaran baling-baling mini.
2. Menjelaskan bagaimana energi kinetik angin diubah menjadi energi gerak melalui turbin sederhana.
3. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

1. Baling-baling mini dari kertas/plastik (dapat dibuat sendiri)
2. Tusuk sate/stik es krim sebagai poros
3. Kipas angin dengan minimal 3 pengaturan kecepatan
4. Stopwatch
5. Penggaris
6. Tripod/kotak untuk menopang turbin
7. Spidol dan kertas catatan

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi

Tuliskan prediksi Anda:

Bagaimana perubahan kecepatan angin (kipas) memengaruhi jumlah putaran baling-baling? Apakah perubahan itu linier? Mengapa?

2. Rakit turbin mini dari kertas/plastik dan pasangkan pada poros vertikal (tusuk sate).
3. Tempatkan turbin pada posisi tetap dan sejajar di depan kipas angin.
4. Atur jarak turbin ± 30 cm dari kipas.
5. Uji tiga tingkat kecepatan angin (rendah, sedang, tinggi).
6. Untuk setiap kecepatan, hitung jumlah putaran baling-baling selama 30 detik menggunakan stopwatch.
7. Ulangi setiap percobaan minimal 2 kali dan hitung rata-ratanya.
8. Diskusikan bersama kelompok, catatlah semua hasil diskusi ke dalam tabel.

D. Tabel Pengamatan

Kecepatan Kipas	Ulangan 1 (putaran/30 detik)	Ulangan 2 (putaran/30 detik)	Rata-rata Putaran	Catatan Tambahan
Rendah				
Sedang				
Tinggi				

E. Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Apa hubungan antara kecepatan angin dan jumlah putaran baling-baling?

Apakah hasil Anda sesuai dengan prediksi?

Jawaban

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana energi angin (gerak udara) ditransfer menjadi energi kinetik pada baling-baling? Jelaskan mekanismenya

Jawaban

3. .Apa saja faktor yang mungkin memengaruhi hasil pengamatan Anda selain kecepatan angin? (misal: sudut baling-baling, massa, gesekan)

Jawaban

4. .Bagaimana Anda bisa merancang turbin mini yang lebih efisien dari alat yang digunakan saat ini?

Jawaban

5. Sebutkan aplikasi nyata dari prinsip kerja turbin angin ini dalam skala besar. Apa kelebihan dan tantangannya?

Jawaban

.....

.....

.....

.....

VII. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 3)

A. Tujuan Praktikum

1. Mensimulasikan konversi energi potensial air menjadi energi gerak (kinetik).
2. Menjelaskan prinsip kerja pembangkit listrik tenaga air secara sederhana.
3. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

1. Botol plastik bekas ukuran 1,5 L
2. Sendok plastik kecil ($\pm$ 6–8 buah)
3. Lem/perekat panas dan paku
4. Tusuk sate atau kawat tebal sebagai poros
5. Air (dari keran atau galon)
6. Ember/wadah penampung
7. Stopwatch
8. Gunting dan lakban
9. Penopang (kursi, kardus, atau tripod)

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi

Tuliskan prediksi Anda:

Bagaimana volume dan kecepatan aliran air memengaruhi kecepatan putaran turbin air sederhana? Apakah hubungan ini linier atau tidak?

2. Buat turbin air sederhana: pasang sendok plastik sebagai baling-baling mengelilingi botol yang dipotong melingkar, porosnya di tengah (menggunakan tusuk sate/kawat).
3. Letakkan turbin di atas wadah penopang sehingga air dapat mengalir dan mengenai sendok-sendok tersebut.
4. Tuangkan air dari ketinggian tertentu ke atas turbin, mulai dari volume kecil hingga besar (contoh: 500 mL, 1 L, 1,5 L).
5. Gunakan stopwatch untuk menghitung jumlah putaran selama 30 detik untuk setiap volume air.
6. Ulangi dua kali untuk setiap kondisi, lalu hitung rata-rata.
7. Diskusikan bersama kelompok, catatlah semua hasil diskusi ke dalam tabel.

D. Tabel Pengamatan

Volume Air (mL)	Ulangan 1 (putaran/30 detik)	Ulangan 2 (putaran/30 detik)	Rata-rata Putaran	Catatan Tambahan
500				
1000				
1500				

E. Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Bagaimana hubungan antara volume air dan jumlah putaran turbin? Jelaskan secara fisis

Jawaban

.....

.....

.....

.....

2. Apa bentuk konversi energi yang terjadi dalam simulasi ini? Jelaskan urutannya

Jawaban

3. Apa saja faktor yang dapat memengaruhi efisiensi putaran turbin dalam percobaan Anda?

Jawaban

4. Bagaimana Anda akan meningkatkan efisiensi desain turbin air sederhana ini?

Jawaban

5. Sebutkan aplikasi konsep ini dalam kehidupan sehari-hari atau teknologi (misalnya rumah, pakaian, kendaraan, dll).

Jawaban

VIII. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 4)

Topik	Energi Biomassa - Perbandingan Bahan Organik sebagai Sumber Energi Panas
Model	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
Waktu	± 60 menit

A. Tujuan Praktikum

Setelah mengikuti kegiatan ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mengamati perbedaan efisiensi panas dari berbagai bahan biomassa saat dibakar.
2. Menjelaskan bagaimana energi kimia dalam bahan organik diubah menjadi energi panas.
3. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

- 1.3 jenis bahan biomassa (misalnya: serbuk gergaji, jerami kering, dan ampas kelapa)
2. Kaleng kecil atau tungku sederhana (misalnya dari kaleng bekas susu)
3. Korek api atau pemantik
4. Gelas ukur (untuk air, ±100 mL)
5. Air bersuhu ruang
6. Termometer

7. Stopwatch

8. Penyangga gelas (kawat, batu bata, atau rak kawat)

9. Alat pelindung (sarung tangan, masker, dll.)

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi

Tuliskan prediksi Anda:

Bahan biomassa mana yang paling cepat memanaskan air? Mengapa bahan tersebut lebih efisien sebagai sumber panas?

2. Siapkan tiga tungku sederhana dari kaleng bekas.

3. Isi masing-masing tungku dengan bahan biomassa yang berbeda dalam jumlah yang sama (± 50 gram).

4. Letakkan gelas ukur berisi 100 mL air di atas tungku, beri jarak $\pm 3-5$ cm dari nyala api.

5. Nyalakan bahan biomassa dan ukur waktu yang dibutuhkan air untuk mencapai suhu tertentu (misalnya 60°C).

6. Catat suhu awal dan suhu akhir air serta waktu pemanasan untuk setiap bahan.

7. Ulangi jika perlu untuk memastikan keakuratan.

8. Diskusikan bersama kelompok, catatlah semua hasil diskusi ke dalam tabel.

D. Tabel Pengamatan

Jenis Biomassa	Suhu Awal Air ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu Akhir Air ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu Pemanasan (menit)	Asap/Karakter Nyala	Catatan Tambahan
Serbuk gergaji					
Jerami kering					
Ampas kelapa					

E. Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Bahan biomassa mana yang menghasilkan panas paling efisien?

Bagaimana Anda mengukurnya?

Jawaban

2. Apa bentuk konversi energi yang terjadi dalam pembakaran biomassa? Jelaskan urutannya.

Jawaban

3. Apa saja kelebihan dan kekurangan penggunaan biomassa sebagai sumber energi alternatif?

Jawaban

4. Bagaimana kualitas pembakaran (api/asap) memengaruhi efisiensi energi dan dampak lingkungan?

Jawaban

.....

.....

.....

.....

5. Sebutkan contoh pemanfaatan biomassa dalam kehidupan sehari-hari atau industri di Indonesia

Jawaban

.....

.....

.....

.....

IX. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 5)

Topik	Energi Panas Bumi (Geothermal) - Model Transfer Panas dari Bawah Permukaan ke Permukaan Air
Model	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
Waktu	± 60 menit

A. Tujuan Praktikum

Setelah mengikuti kegiatan ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mensimulasikan proses transfer panas dari dalam bumi ke permukaan.
2. Menjelaskan prinsip kerja sistem energi panas bumi sederhana.
3. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

1. Wadah transparan tahan panas (misalnya: toples kaca atau gelas ukur besar)
2. Air bersuhu ruang (± 300 mL)
3. Batu kecil atau pasir (untuk mensimulasikan lapisan bumi)
4. Kompor listrik/pemanas mini atau lilin kecil
5. Termometer
6. Stopwatch
7. Sendok Panjang
8. Sarung tangan dan alas tahan panas

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi

Tuliskan prediksi Anda:

Bagaimana panas dari bawah wadah akan menyebar ke seluruh bagian air? Apa yang terjadi dengan suhu air di permukaan dan dasar setelah beberapa waktu?

2. Masukkan lapisan batu kecil atau pasir ke dasar wadah (setebal $\pm 2-3$ cm).
3. Tambahkan air ke dalam wadah hingga volume ± 300 mL.
4. Tempatkan wadah di atas sumber panas (kompor atau lilin) secara perlahan.
5. Amati proses transfer panas dari dasar ke permukaan selama $\pm 15-20$ menit.
6. Ukur suhu air pada bagian dasar dan permukaan secara berkala (setiap 5 menit).
7. Diskusikan bersama kelompok, catatlah semua hasil diskusi ke dalam tabel.

D. Tabel Pengamatan

Waktu (menit)	Suhu Dasar ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu Permukaan ($^{\circ}\text{C}$)	Gelembung/Konveksi Terlihat	Catatan Tambahan
0				
5				
10				
15				
20				

E. Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Bagaimana panas berpindah dari bawah ke atas dalam simulasi ini? Sebutkan proses yang terjadi?

Jawaban

2. Apakah suhu permukaan dan dasar berubah secara bersamaan? Apa yang menyebabkan perbedaan tersebut?

Jawaban

3. Bagaimana simulasi ini mencerminkan prinsip kerja pembangkit listrik panas bumi di dunia nyata?

Jawaban

4. Apa saja tantangan dalam memanfaatkan energi panas bumi sebagai sumber listrik

Jawaban

5. Sebutkan daerah di Indonesia yang potensial untuk pengembangan energi panas bumi dan alasannya

Jawaban

X. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM 6)

Topik	Energi Laut (Gelombang/Pasang Surut) - Simulasi Gerak Listrik Akibat Gelombang Air
Model	Interactive Lecture Demonstration (ILD)
Waktu	± 60 menit

A. Tujuan Praktikum

Setelah mengikuti kegiatan ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menyimulasikan pemanfaatan energi gelombang air untuk menghasilkan energi gerak/listrik.
2. Menjelaskan prinsip konversi energi dari gerakan air laut ke energi listrik.
3. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis; Penjelasan, Penalaran Dasar, Penarikan Kesimpulan, Evaluasi dan Analisis, dan Pengaturan Diri

B. Alat dan Bahan

1. Wadah besar (misalnya baskom plastik) berisi air
2. Pelampung kecil (dari gabus atau bola pingpong)
3. Magnet kecil (dipasang pada pelampung)
4. Kumparan kawat email (dililit pada tabung kecil atau pipa)
5. Multimeter (untuk mengukur arus/tegangan)
6. Penopang statis (misalnya kardus atau penyangga buku)
7. Stopwatch

C. Langkah Kerja (ILD)

1. Prediksi
Tuliskan prediksi Anda:
Bagaimana gerakan naik-turun pelampung oleh gelombang air dapat menghasilkan tegangan listrik? Apa yang terjadi jika frekuensi gelombang ditingkatkan?
2. Isi baskom dengan air dan diamkan hingga tenang.
3. Letakkan pelampung (gabungan magnet + gabus) di atas permukaan air.
4. Letakkan kumparan kawat pada posisi tetap, sehingga pelampung bergerak naik turun di dalam/di dekat kumparan.
5. Gerakkan air secara ritmis (gelombang buatan) dengan tangan atau alat bantu, simulasikan gelombang laut.
6. Amati dan ukur fluktuasi tegangan/arahan pada multimeter
7. Ulangi dengan variasi frekuensi gelombang (lambat, sedang, cepat).
8. Diskusikan bersama kelompok, catatlah semua hasil diskusi ke dalam tabel.

D. Tabel Pengamatan

Frekuensi Gelombang (rendah/sedang/tinggi)	Tegangan Terbaca (Volt)	Frekuensi Getaran (perkiraan Hz)	Keterangan Visual (tinggi gelombang, respon pelampung)
Rendah			
Sedang			
Tinggi			

E .Refleksi

Jawablah pertanyaan di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan dan pemahaman Anda. Tuliskan jawaban secara logis, sistematis, dan ilmiah!

1. Apakah gerakan naik-turun pelampung dapat menghasilkan listrik?
Bagaimana proses fisiknya terjadi?

Jawaban

2. Apa pengaruh frekuensi atau intensitas gelombang terhadap besarnya tegangan yang dihasilkan?

Jawaban

3. Apa saja faktor yang memengaruhi efektivitas sistem ini dalam menghasilkan energi?

Jawaban

.....

.....

.....

.....

4. Bagaimana prinsip ini diterapkan dalam teknologi pembangkit listrik tenaga gelombang di dunia nyata?

Jawaban

.....

.....

.....

.....

5. Apa tantangan teknis dan lingkungan dalam penerapan energi laut secara komersial?

Jawaban

.....

.....

.....

.....

DAFTAR PUSTAKA

- Boyle, G. (2012). *Renewable energy: Power for a sustainable future* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Campbell, N. A., et al. (2008). *Biology* (8th Ed.). Pearson Benjamin Cummings.
- Ennis, R. H. (1991). *Critical Thinking: A Streamlined Conception*. *Teaching Philosophy*, 14(1), 5–24.
- Facione, P. A. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. California Academic Press.
- Handoko, G. (2020). *Potensi dan Tantangan Energi Terbarukan di Indonesia*. Jakarta: LIPI Press.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Kalogirou, S. A. (2009). *Solar energy engineering: Processes and systems*. Academic Press.
- Maryunani, A. (2017). *Energi Panas Bumi: Potensi dan Pengembangan di Indonesia*. Bandung: ITB Press.
- Owusu, P. A., & Asumadu-Sarkodie, S. (2016). A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering*, 3(1), 1167990. <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1167990>
- Paul, R., & Elder, L. (2006). *Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Learning and Your Life*. Pearson Education.
- Sokoloff, D. R., & Thornton, R. K. (2004). *Interactive Lecture Demonstrations: Active Learning in Introductory Physics*. Wiley.
- Tiwari, G. N., & Ghosal, M. K. (2005). *Fundamentals of renewable energy sources*. Narosa Publishing House.