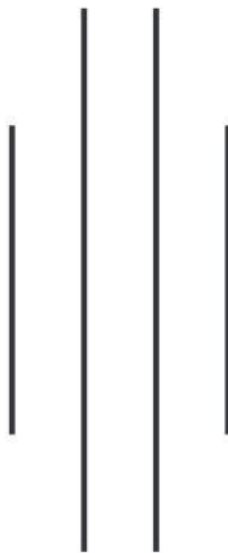


LEMBAR KERJA MAHASISWA

LARUTAN PENYANGGA DALAM KONTEKS HUJAN ASAM



KELAS:
KELOMPOK :
ANGGOTA:

DESKRIPSI LKM

LKM ini dirancang untuk membantu mahasiswa mempelajari konsep larutan penyangga melalui penyelesaian masalah autentik mengenai penurunan pH lingkungan akibat hujan asam. Pembelajaran dilaksanakan menggunakan model *Environmental-PBL-AR* sehingga mahasiswa mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, keterampilan proses sains, dan kesadaran lingkungan.

PETUNJUK PENGUNAAN LKM

- Bacalah setiap petunjuk dengan cermat.
- Kerjakan LKM secara individu dan berkelompok.
- Gunakan aplikasi *Augmented Reality* (AR) pada setiap aktivitas yang ditentukan.
- Diskusikan setiap pertanyaan berdasarkan hasil pengamatan dan data yang tersedia.
- Tuliskan jawaban secara sistematis disertai alasan ilmiah.
- Presentasikan hasil diskusi pada tahap evaluasi.

CPMK

Mahasiswa mampu menerapkan konsep larutan penyangga dan hidrolisis garam untuk menganalisis permasalahan lingkungan serta merancang alternatif penyelesaiannya berdasarkan bukti ilmiah dan prinsip keberlanjutan

SUB-CPMK

- Mahasiswa mampu menganalisis permasalahan lingkungan dan merencanakan penyelidikan berdasarkan konsep larutan penyangga.
- Mahasiswa mampu menginvestigasi mekanisme kerja larutan penyangga serta merancang, mengevaluasi, dan mengomunikasikan alternatif solusi permasalahan lingkungan berdasarkan bukti ilmiah dan prinsip keberlanjutan

PETA INTEGRASI ENVIRONMENTAL-PBL-AR



PETA AKTIVITAS PEMBELAJARAN

Pertemuan	Sintaks	Produk
1	• Orientasi Masalah Lingkungan • Dekomposisi Masalah Secara Multidisipliner STEM	Rumusan masalah dan hipotesis
2	• Visualisasi dan Investigasi Molekuler Berbantuan AR • Perancangan Solusi Lingkungan Berbasis Bukti	Analisis mekanisme <i>buffer</i> dan rancangan solusi
3	Evaluasi Reflektif dan Keberlanjutan	Presentasi, refleksi, dan kesimpulan

PERTEMUAN 1 TUJUAN PEMBELAJARAN

- Menganalisis permasalahan pengasaman danau akibat hujan asam berdasarkan fenomena dan informasi ilmiah yang relevan.
- Menjelaskan keterkaitan konsep larutan penyangga dengan perubahan pH danau.
- Merumuskan masalah dan pertanyaan ilmiah yang dapat diselidiki terkait kemampuan larutan penyangga dalam merespons penambahan asam.
- Merancang penyelidikan ilmiah untuk mengkaji mekanisme dan kemampuan larutan penyangga dalam meredam perubahan pH

SINTAKS 1. ORIENTASI MASALAH LINGKUNGAN

AKTIVITAS 1.1

Mengamati Fenomena

Gunakan aplikasi untuk mengamati:

- Proses Waste-to-Energy
- Perubahan pH danau
- Pembentukan hujan asam
- Dampak terhadap organisme

Scan Barcode Berikut
untuk mengamati prose
WtE



<https://bit.ly/WtRprocess>

Scan Barcode Berikut untuk
mengamati Hujan Asam dan
Dampaknya



<https://media.pembelajaraninteraktif.bolt.host>

- Tuliskan 3 Hasil identifikasi masalah berdasarkan hasil pengamatan kalian!

Komponen	HASIL IDENTIFIKASI
Kondisi Danau (penyebabnya)	
Perubahan yang terjadi pada Danau	
Dampak pada Ekosistem	

AKTIVITAS 1.2

Analisis Masalah/Kasus

Berdasarkan hasil identifikasi masalah pada aktivitas 1, Jawablah pertanyaan berikut.

1. Bagaimana teknologi Waste-to-Energy (WtE) dapat memberikan manfaat sekaligus berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan?

.....
.....

2. Berdasarkan hasil pengamatan video WtE pada media AR, bagian atau proses manakah yang diduga menjadi sumber utama emisi SO_2 dan NO_x ? Jelaskan alasan Anda.

.....
.....

3. Bagaimana gas SO_2 dan NO_x yang dilepaskan ke atmosfer dapat berkontribusi terhadap pembentukan hujan asam?

.....
.....
.....

4. Bagaimana hubungan peningkatan konsentrasi ion H^+ dengan penurunan pH danau?

.....
.....

5. Mengapa penurunan pH dapat menyebabkan kematian organisme perairan dan menurunkan kualitas lingkungan?

.....
.....

AKTIVITAS 1.3

(SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Tantangan Kelompok

Bagaimana merancang solusi berbasis konsep kimia untuk mengurangi dampak pengasaman danau akibat hujan asam dengan tetap mempertimbangkan keberlanjutan ekosistem perairan?

Merumuskan Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis awal, rumuskan satu masalah utama yang perlu diselesaikan terkait dampak hujan asam terhadap kondisi kimia dan keberlanjutan ekosistem danau

SINTAKS 2. DEKOMPOSISI MASALAH SECARA MULTIDISPLINER STEM

AKTIVITAS 2.1

(SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Perhatikan kembali rumusan masalah utama yang telah disusun kelompok pada Sintaks 1.

Untuk membantu menyelesaikan masalah pengasaman danau akibat hujan asam, uraikan permasalahan tersebut melalui perspektif Science, Technology, Engineering, dan Mathematics.

Diskusikan pertanyaan panduan berikut dan tuliskan hasilnya pada tabel.

Science	Konsep dan reaksi kimia apa yang diperlukan untuk menjelaskan penurunan pH danau dan kemampuan sistem penyangga dalam merespons penambahan asam?
Technology	Bagaimana media AR dapat membantu mengamati mekanisme molekuler dan perubahan pH sistem penyangga yang sulit diamati secara langsung?

Engineering	Kriteria dan batasan apa yang perlu diperhatikan ketika mengembangkan solusi untuk mengurangi dampak pengasaman danau?
Mathematic	Data apa yang perlu dikumpulkan dan bagaimana data tersebut dianalisis untuk membandingkan respons sistem penyangga terhadap penambahan asam?

Berdasarkan hasil analisis STEM, informasi ilmiah apa yang perlu diperoleh melalui investigasi AR agar kelompok dapat merancang solusi pengasaman danau yang didukung bukti?

.....

.....

AKTIVITAS 2.2

(SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Berdasarkan hasil dekomposisi masalah, rumuskan dua pertanyaan ilmiah yang dapat diselidiki melalui media AR.

Pertanyaan yang disusun perlu berhubungan dengan:

- Mekanisme interaksi ion H^+ dengan komponen sistem penyangga.
- Respons pH sistem penyangga ketika menerima penambahan asam.

Pertanyaan penyelidikan 1 – Mekanisme penyangga

.....

.....

Pertanyaan penyelidikan 2 – Respons pH dan kemampuan penyangga

.....

.....

AKTIVITAS 2.3

(SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Untuk menjawab pertanyaan penyelidikan, tentukan variabel yang relevan serta bagaimana perubahan variabel tersebut diamati melalui media AR.

Komponen	Variabel/Parameter	Cara Mengamati
Variabel Bebas		
Variabel Terikat		
Variabel Kontrol		

AKTIVITAS 2.4

(SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Menyusun Hipotesis

Tuliskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah.

Jika

Maka

Karena

AKTIVITAS 2.5

(SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Rancang langkah penyelidikan untuk memeriksa hipotesis yang telah dirumuskan.

.....
.....
.....
.....

PERTEMUAN 2

TUJUAN PEMBELAJARAN

- Menjelaskan mekanisme kerja larutan penyangga berdasarkan hasil investigasi interaksi komponen penyangga dengan penambahan asam.
- Menginterpretasikan hasil investigasi untuk membandingkan kemampuan sistem penyangga dalam meredam perubahan pH.
- Menyusun rancangan alternatif solusi pengendalian pengasaman danau berdasarkan hasil investigasi dan pertimbangan ilmiah.
- Mengevaluasi dan mengomunikasikan kelayakan rancangan solusi berdasarkan bukti ilmiah, dampak lingkungan, dan prinsip keberlanjutan.

SINTAKS 3. VISUALISASI DAN INVESTIGASI MOLEKULER BERBANTUAN AR

Klin Link atau Scan Barcode Berikut untuk memulai investigasi

<https://media.pembelajaraninteraktif.bolt.host>



AKTIVITAS 3.1

(SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Amati (Frame 3)

Amati visualisasi molekuler sistem karbonat yang terdapat pada danau

Komponen	Peran dalam Sistem Penyangga	Rumus Molekul

Mengapa keberadaan komponen asam lemah dan basa konjugasinya memungkinkan sistem tersebut merespons penambahan asam?

.....

.....

.....

.....

AKTIVITAS 3.2

(SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Amati (Frame 5)

Amati visualisasi molekuler sistem karbonat yang terdapat pada danau

Aspek Pengamatan	Sebelum Penamabahan H^+	Setelah Penamabahan H^+
pH yang ditampilkan		
Perubahan HCO_3^-		
Perubahan H_2CO_3		
Persamaan Reaksi yang menjelaskan perubahan		

Perbandingan respons pH

Kondisi	pH Awal	pH Akhir	Δ pH
Tanpa Penyangga			
Dengan Penyangga			

AKTIVITAS 3.3

(SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Berdasarkan hasil pengamatan AR, susun skema ilmiah kelompok Anda sendiri yang menghubungkan tiga tingkat representasi kimia.

Tingkat Representasi	Keterangan
Makroskopik	Respon pH danau terhadap penambahan asam
Submikroskopik	Interaksi H^+ dengan komponen penyangga
Simbolik	Persamaan Reaksi yang menjelaskan respons penyangga

Apakah hasil eksplorasi AR mendukung hipotesis kelompok? Jelaskan berdasarkan perubahan pH dan mekanisme yang diamati.

.....
.....
.....
.....

SINTAKS 4. PERANCANGAN SOLUSI LINGKUNGAN BERBASIS BUKTI

AKTIVITAS 4.1 (SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Menentukan Buffer Terbaik

Amati (Frame 6)

Dalam simulasi, danau diasumsikan berada pada kondisi asam dengan pH awal 4,8.

Lakukan pengujian keempat alternatif pada media AR:

- | | |
|---|--|
| ☐ $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ | ☐ $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ |
| ☐ $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ | ☐ $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ |

Amati respons yang ditampilkan oleh media untuk setiap pilihan.

Alternatif	pH Hasil Simulasi	Perubahan pH dari 4,8	Temuan penting dari simulasi
$\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$			
$\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$			
$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$			

AKTIVITAS 4.2

(SELESAIKAN SECARA BERKELOMPOK)

Berdasarkan hasil investigasi dan pengujian alternatif, susun rancangan konseptual pengelolaan keasaman danau.

Nama solusi:

Sistem penyangga atau prinsip kimia yang dipilih

Alasan pemilihan berdasarkan hasil simulasi

Rencana penerapan (tindak lanjut yang diusulkan)

Parameter yang perlu dipantau untuk mengevaluasi keberhasilan

Potensi Resiko/Keterbatasan Solusi

Berdasarkan hasil investigasi AR dan perbandingan alternatif penyangga, bagaimana kelompok Anda merancang strategi pengelolaan keasaman danau yang mempertimbangkan efektivitas kimia, karakteristik alami perairan, serta risiko ekologi.

