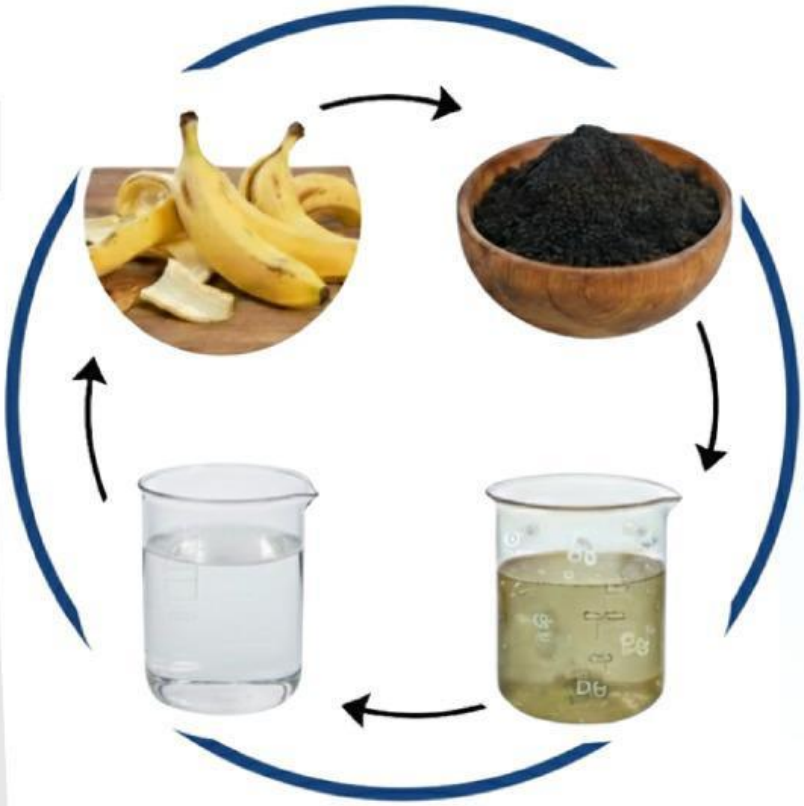
LEMBAR KERJA

Makromolekul: Pemanfaatan Kulit Pisang sebagai Bioadsorben Logam Berat

Kelas XII/ Fase F



Tanggal :
Kelompok :
Nama Anggota :

Disusun oleh: Denaya Ayu Fadiah

LIVEWORKSHEETS

PETUNJUK PENGGUNAAN LEMBAR KERJA

1. Awali kegiatan dengan berdoa sesuai agama dan kepercayaan masing-masing.
2. Tuliskan tanggal, nama kelompok, dan nama anggota kelompok pada lembar pertama Lembar Kerja.
3. Baca dengan seksama petunjuk pengerjaan Lembar Kerja sebelum memulai kegiatan.
4. Cermati tujuan pembelajaran yang tercantum pada Lembar Kerja ini.
5. Bacalah materi pada buku paket atau sumber belajar lainnya untuk menambah pengetahuan dan memperkuat pemahaman konsep.
6. Pahami dan isi setiap langkah kegiatan pada Lembar Kerja secara runtut dan sesuai arahan.
7. Gunakan data, fakta, atau informasi pendukung dalam menjawab pertanyaan.
8. Tanyakan kepada guru apabila ada hal yang kurang dipahami atau memerlukan penjelasan tambahan.
9. Kerjakan dengan jujur, rapi, dan bertanggung jawab.
10. Kumpulkan hasil kerja tepat waktu sesuai instruksi guru.



LIVEWORKSHEETS

Tujuan Pembelajaran:

- Berdasarkan video pembelajaran, narasi teks, dan grafik yang diberikan, murid mampu mengamati untuk menjelaskan secara ilmiah terjadinya pencemaran logam berat pada sistem perairan, termasuk faktor penyebab dan dampaknya.

ORIENTASI MASALAH

Analisis fenomena pencemaran air oleh logam berat dengan membaca narasi teks di bawah ini!

Teks 1

Krisis Air Bersih di Indonesia: Ancaman Logam Berat di Sistem Perairan

Pada musim hujan terakhir, kondisi Sungai Ciliwung pada Gambar 1 mengalami perubahan yang mengkhawatirkan. Air yang biasanya berwarna kecokelatan kini tampak lebih gelap dan pekat, disertai buih putih yang muncul di berbagai titik aliran. Bau menyengat tercium hingga ke kawasan permukiman, membuat aktivitas warga di sekitar bantaran sungai terasa tidak nyaman. Beberapa warga melaporkan mengalami gatal-gatal pada kulit setelah menggunakan air sumur yang letaknya tidak jauh dari sungai, sementara tanaman di pekarangan mulai menguning meskipun telah disiram secara rutin.



Gambar 1. Pencemaran Logam Berat di Sungai Ciliwung. (Sumber: Kompas)

Sejumlah laporan lingkungan dalam beberapa tahun terakhir mengungkap bahwa perubahan ini bukan sekadar akibat pembuangan sampah rumah tangga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sungai Ciliwung telah tercemar logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg). Sumber pencemaran ini dapat berasal dari limbah industri, aktivitas transportasi di kawasan padat, hingga penggunaan bahan kimia di daerah hulu sungai. Logam-logam berat tersebut tidak selalu terlihat oleh mata, namun dapat terakumulasi di air, tanah, dan tubuh makhluk hidup, serta bertahan dalam waktu yang sangat lama.

Dampaknya tidak hanya dirasakan oleh biota sungai. Tanaman di sekitar aliran menunjukkan kerusakan, hewan berisiko keracunan, dan manusia yang menggunakan air sumur terancam mengalami gangguan kesehatan jangka panjang. Jika kondisi ini terus berlanjut, ketersediaan air bersih akan semakin terancam dan mengganggu keberlangsungan hidup banyak pihak.

LIVEWORKSHEETS

Video

Setelah membaca narasi teks 1 dan menonton video, jawablah pertanyaan berikut:

1) Uraikan minimal 4 temuan atau informasi penting yang kamu peroleh berdasarkan pengamatan terhadap fenomena pencemaran logam berat di sistem perairan!



Perhatikan Gambar 2 yang menunjukkan hasil uji kualitas air laut di Teluk Weda, Maluku Utara, pada 7 September 2023. Sampel diambil dari area perairan yang berada dekat kawasan industri pengolahan logam berat PT Indonesia Weda Bay Industrial Park (IWIP). Gambar tersebut juga menampilkan perbandingan hasil uji dengan nilai ambang batas baku mutu air laut menurut PP No. 22 Tahun 2021.



Gambar 2. Hasil Uji Air di Teluk Weda. (Sumber: Kompas)

LIVEWORKSHEETS

2) Bagaimana perbandingan nilai konsentrasi logam berat Cr, Ni, dan Cu pada Gambar 2 dengan baku mutu air laut menurut PP No. 22 Tahun 2021?

3) Bagaimana kondisi mutu air laut Teluk Weda jika ditinjau dari kandungan logam beratnya?

4) Apa dampak jangka pendek dan jangka panjang terhadap lingkungan perairan apabila kadar logam berat tersebut terus berada di atas ambang batas baku mutu?

Tujuan Pembelajaran:

- Berdasarkan pengamatan terhadap video pembelajaran dan analisis teks pencemaran oleh logam berat pada sistem perairan, murid mampu merumuskan pertanyaan ilmiah untuk mengidentifikasi permasalahan

5) Setelah menganalisis fenomena pencemaran logam berat pada sistem perairan, buatlah tiga rumusan masalah dalam bentuk pertanyaan!

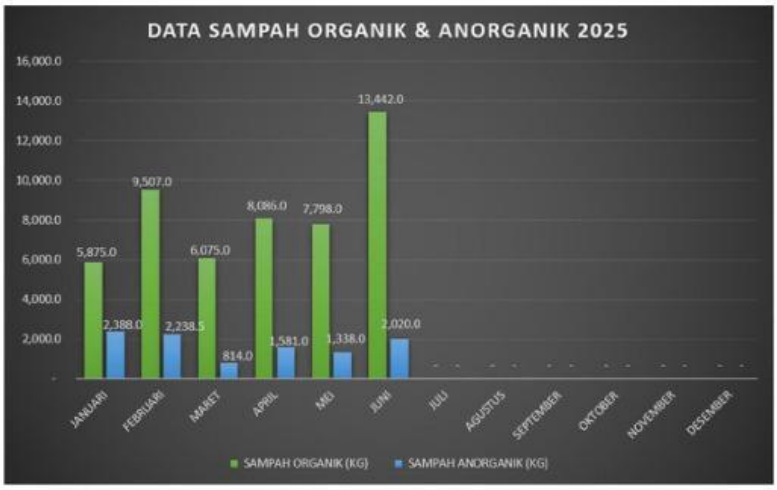
LIVEWORKSHEETS

Tujuan Pembelajaran:

- Murid mampu memprediksi solusi ilmiah dalam penanggulangan pencemaran air berbasis bahan alami yang mengandung makromolekul dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan.

MENGORGANISASIKAN SISWA

Beberapa tahun terakhir, volume sampah di Indonesia terus meningkat. Hal tersebut terlihat pada Gambar 3 yang menunjukkan data volume sampah dari rumah tangga, pasar, dan industri pada tahun 2025. Jika tidak dikelola dengan baik, sampah tersebut dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.



Gambar 3. Data Sampah Organik dan Anorganik 2025.
(Sumber: Teras Malioboro.Jogjaprov)

6) Berdasarkan Gambar 3, bagaimana pola peningkatan sampah organik dan sampah anorganik sepanjang tahun 2025?

7) Berdasarkan Gambar 3, bandingkan kontribusi sampah organik dan anorganik terhadap peningkatan jumlah sampah pada tahun 2025. Jenis sampah mana yang lebih dominan?

LIVEWORKSHEETS

Teks 2

Bahan Baku Berkelanjutan yang Dapat Digunakan sebagai Alternatif Ramah Lingkungan untuk Penjernihan Air

Salah satu limbah organik yang banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari adalah sisa buah dan sayuran, termasuk kulit pisang yang sering dibuang begitu saja. Padahal, limbah jenis ini mengandung makromolekul penting yaitu pektin yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan lebih lanjut. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa limbah organik dapat dimanfaatkan sebagai adsorben alami atau bioadsorben untuk membantu mengurangi polutan dalam air, khususnya logam berat. Temuan tersebut sejalan dengan berita terbaru mengenai pemanfaatan adsorben berbasis limbah sebagai solusi yang tidak hanya ekonomis, tetapi juga berkelanjutan dalam penanganan pencemaran lingkungan.

Untuk memahami informasi lebih lengkap mengenai pemanfaatan adsorben alami dalam mengatasi pencemaran, silakan baca berita melalui tautan berikut: (https://www.goodnewsfromindonesia.id/2025/11/06/apakah-adsorben-alami-hanya-digunakan-sebagai-solusi-murah-atau-bisa-menjadi-solusi-berkelanjutan-untuk-masalah-lingkungan#google_vignette)



a



b

Gambar 4. a. Limbah organik, b. Adsorben Alami/bioadsorben. (Sumber:GoodNews)

Gagasan ini menunjukkan bahwa limbah organik yang selama ini dianggap sebagai masalah justru dapat menjadi solusi untuk membantu menangani pencemaran logam berat pada sistem perairan.

8) Berdasarkan narasi teks 2 dan berita yang telah dibaca, menurutmu solusi apa yang dapat dilakukan untuk menangani pencemaran air, terutama dari zat berbahaya seperti logam berat?

LIVEWORKSHEETS

9) Berdasarkan narasi teks 2, menurutmu apa yang dimaksud dengan bioadsorben atau adsorben alami?

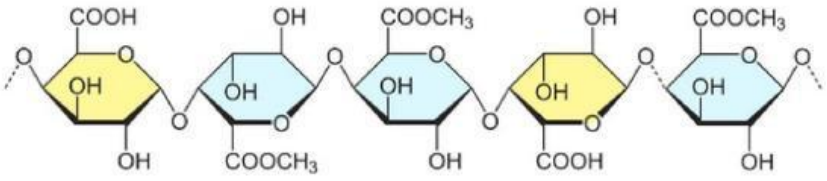
10) Mengapa bioadsorben dianggap sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan?

SCAN ME

Limbah organik seperti kulit buah atau sayuran mengandung pektin yang berperan dalam penyerapan logam berat. Untuk memahami terkait pektin, pindailah *barcode* yang tersedia sebelum menjawab pertanyaan.

11) Berdasarkan sumber ilmiah yang telah dibaca melalui *barcode*, apa yang dimaksud dengan pektin?

12) Perhatikan struktur pektin pada Gambar 5. Gugus fungsi apa saja yang terdapat pada molekul pektin?



Gambar 5. Struktur Pektin. (Sumber: microbenotes)

LIVEWORKSHEETS

Tujuan Pembelajaran:

- Murid mampu menganalis untuk menafsirkan data literatur kandungan pektin limbah organik secara ilmiah guna menentukan potensi kulit pisang sebagai bioadsorben berdasarkan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi.

MEMBIMBING PENYELIDIKAN

Untuk mendukung penyelidikan ilmiah mengenai pemanfaatan limbah organik sebagai bioadsorben, perhatikan Tabel 1 mengenai kandungan pektin pada beberapa bahan alam berikut. Pektin merupakan salah satu komponen penting yang berperan dalam kemampuan adsorpsi suatu bahan.

Tabel 1. Kandungan Pektin pada Bahan Alam

No.	Bahan Alam	Kandungan Pektin (%)
1.	Kulit Kakao	2,0 – 9,0
2.	Ampas Apel	5,7 – 16,8
3.	Kulit Pisang	15,89 – 24,08
4.	Kulit Mangga	13,85
5.	Kulit Delima	8,5
6.	Ampas Bit Gula	6,3 - 23,0

(Sumber: Chandel *et al.*, 2022)

13) Berdasarkan Tabel 1, bahan manakah yang memiliki kandungan pektin tertinggi?

LIVEWORKSHEETS

14) Menurut prediksimu, bagaimana pektin yang terkandung pada limbah organik dapat menyerap logam berat?

15) Jika mempertimbangkan kandungan pektin dan tingkat ketersediaannya di lingkungan sekitar berdasarkan tabel 1, bahan mana yang diprediksi paling layak dijadikan untuk bioadsorben? Sertakan dua alasan dalam jawabanmu.

Tujuan Pembelajaran:

- Murid mampu menafsirkan informasi ilmiah dari data dan rujukan mengenai proses pembuatan bioadsorben dari kulit pisang.



Carilah informasi ilmiah tentang prosedur pembuatan bioadsorben dari kulit pisang dan proses adsorpsinya terhadap logam berat. Gunakan artikel penelitian dengan kata kunci yang telah disediakan, atau pindailah *barcode* untuk mengakses kumpulan referensi pada Google Drive sebelum menjawab pertanyaan:

Bioadsorben / *Bioadsorbent*

Adsorpsi / *Adsorption*

Biosorben / *Biosorbent*

Logam Berat / *Heavy metals*

Adsorben / *Adsorbent*

Kulit pisang / *Banana peels*

SCAN ME

LIVEWORKSHEETS