

MEDIA BELAJAR INTERAKTIF

KIMIA HIJAU

Kelas XI SMA • Kurikulum Merdeka • Deep Learning



LEARN • THINK • ACT

Belajar kimia dengan mempertimbangkan manusia, lingkungan, dan masa depan.

Nama: _____

Kelas: _____ Tanggal: _____

CARA MENGGUNAKAN MEDIA

Baca materi singkat → amati contoh → jawab pertanyaan → diskusikan → kerjakan tantangan → refleksikan. Gunakan fitur anotasi/stylus pada PDF jika belajar secara digital.

Tujuan utama: memahami bahwa desain kimia yang baik bukan hanya menghasilkan produk, tetapi juga mempertimbangkan limbah, energi, keamanan, sumber daya, dan keberlanjutan.

PETA BELAJAR

Ikuti alur berikut. Setiap tahap memiliki aktivitas agar kamu tidak hanya menghafal, tetapi memahami dan menerapkan konsep.

TAHAP	AKTIVITAS	HASIL BELAJAR
01 • PEMANTIK	Masalah lingkungan	Menyadari hubungan kimia-lingkungan
02 • PAHAMI	Konsep & 12 prinsip	Menjelaskan gagasan utama kimia hijau
03 • ANALISIS	Detektif kimia hijau	Menghubungkan kasus dengan prinsip
04 • TERAPKAN	Tantangan desain	Membandingkan dan memperbaiki proses
05 • Ciptakan	Mini proyek	Mengusulkan solusi
06 • REFLEKSI	3-2-1 & exit ticket	Menilai pemahaman diri

CHECK-IN

Sebelum mulai, beri skor pemahamanmu: 1 = belum tahu • 2 = sedikit tahu • 3 = cukup tahu • 4 = sudah paham.

Skorku sekarang: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

1 • PEMANTIK: MENGAPA KIMIA HIJAU?

Perhatikan dua gambaran berikut secara mental: sebuah proses menghasilkan produk tetapi banyak limbah, memakai energi tinggi, dan menggunakan zat berbahaya. Proses lain menghasilkan produk yang sama dengan lebih sedikit limbah, energi lebih rendah, dan bahan yang lebih aman.

PERTANYAAN PEMANTIK

Apakah kedua proses tersebut sama-sama “baik” hanya karena produknya sama?

Tuliskan alasanmu:

IDE KUNCI

Kimia hijau berfokus pada perancangan produk dan proses kimia agar penggunaan serta pembentukan zat berbahaya dapat dicegah atau dikurangi sejak awal. Jadi, pertanyaannya bukan hanya “produk apa yang dihasilkan?”, tetapi juga “bagaimana produk itu dibuat?”

2 • PAHAM KONSEP

Kimia hijau adalah pendekatan ilmiah untuk merancang produk dan proses kimia yang mengurangi atau menghilangkan penggunaan serta pembentukan zat berbahaya. Fokusnya mencakup keselamatan manusia, efisiensi sumber daya, energi, limbah, dan dampak lingkungan.

PENCEGAHAN

Lebih baik mencegah limbah daripada membersihkannya setelah terbentuk.

EFISIENSI

Gunakan bahan dan energi seefisien mungkin sehingga sumber daya tidak terbuang.

KEAMANAN

Pilih bahan dan kondisi proses yang menurunkan risiko terhadap manusia dan lingkungan.

KEBERLANJUTAN

Pertimbangkan sumber bahan baku, penggunaan energi, dan nasib produk setelah dipakai.

KIMIA HIJAU ≠ SEKADAR “MEMBERSIHKAN” LIMBAH

Pengolahan limbah tetap penting. Namun, kimia hijau berusaha memindahkan fokus ke tahap yang lebih awal: mencegah limbah dan bahaya terbentuk. Inilah perbedaan penting antara pencegahan dan penanganan polusi.

3 • 12 PRINSIP KIMIA HIJAU

Gunakan tabel ini sebagai peta. Setelah membaca, pilih tiga prinsip yang menurutmu paling mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.

NO	PRINSIP	MAKNA SEDERHANA
1	Pencegahan	Mencegah limbah.
2	Ekonomi atom	Memaksimalkan atom pereaksi yang menjadi produk.
3	Sintesis lebih aman	Mengurangi toksisitas bahan/proses.
4	Produk lebih aman	Fungsi tetap ada, bahaya lebih rendah.
5	Pelarut lebih aman	Memilih pelarut dan bahan tambahan yang lebih aman.
6	Efisiensi energi	Mengurangi kebutuhan energi.

NO	PRINSIP	MAKNA SEDERHANA
7	Bahan baku terbarukan	Mengutamakan sumber yang dapat diperbarui.
8	Kurangi derivatisasi	Menghindari langkah tambahan yang tidak perlu.
9	Katalisis	Katalis meningkatkan efisiensi reaksi.
10	Degradasi	Produk dirancang agar terurai menjadi zat lebih aman.
11	Analisis real-time	Memantau proses untuk mencegah terbentuknya zat berbahaya.
12	Keselamatan proses	Meminimalkan potensi kecelakaan.

PAHAMI DENGAN CONTOH

Jika sebuah industri memakai katalis sehingga reaksi dapat berlangsung lebih efisien dan menghasilkan lebih sedikit produk samping, prinsip yang paling jelas adalah katalisis. Jika proses dapat dilakukan pada suhu lebih rendah, hubungkan dengan efisiensi energi.

4 • AKTIVITAS: DETEKTIF KIMIA HIJAU

Baca kasus, tentukan prinsip yang paling relevan, lalu berikan alasan. Satu kasus dapat berhubungan dengan lebih dari satu prinsip.

A • KEMASAN

Sebuah bahan kemasan dirancang agar setelah digunakan dapat terurai menjadi zat yang lebih sederhana dan lebih aman.

Prinsip: _____ Alasan: _____

—

B • KATALIS

Pabrik mengganti proses lama dengan proses berkatalis sehingga suhu proses turun dan produk samping berkurang.

Prinsip: _____ Alasan: _____

—

C • PELARUT

Laboratorium mengganti pelarut yang berbahaya dengan alternatif yang memiliki risiko lebih rendah.

Prinsip: _____ Alasan: _____

—

D • BAHAN BAKU

Suatu produk dibuat menggunakan bahan baku dari sumber yang dapat diperbarui, dengan kinerja produk tetap baik.

Prinsip: _____ Alasan: _____

—

5 • TANTANGAN: PROSES MANA LEBIH HIJAU?

Bandingkan dua metode berikut. Jangan hanya memilih berdasarkan satu aspek; gunakan beberapa prinsip sebagai bukti.

ASPEK	METODE A	METODE B
Bahan baku	Tidak terbarukan	Sebagian terbarukan
Pelarut	Lebih berbahaya	Lebih aman
Suhu proses	80 °C	40 °C
Katalis	Tidak digunakan	Digunakan
Limbah	Banyak	Lebih sedikit
Produk	Sama	Sama

TUGAS ANALISIS

1. Metode mana yang lebih sesuai dengan kimia hijau?
2. Sebutkan minimal 3 bukti dari tabel.
3. Apakah masih ada aspek yang perlu diuji sebelum menyatakan Metode B pasti lebih baik? Jelaskan.

6 • TANTANGAN DESAIN

Sekarang kamu menjadi “perancang proses”. Pilih satu proses/produk di sekitar kita: deterjen, kemasan, pupuk, baterai, kosmetik, pengolahan air, atau lainnya.

MASALAH

Apa dampak lingkungan atau keselamatan yang ingin dikurangi?

—

PRINSIP

Prinsip kimia hijau mana yang paling relevan?

—

USULAN

Apa perubahan produk atau proses yang kamu usulkan?

—

ALASAN ILMIAH

Mengapa usulan tersebut lebih aman, hemat, atau efisien?

—

DAMPAK

Apa yang diperkirakan berkurang: limbah, energi, toksisitas, atau penggunaan sumber daya?

—

7 • MINI PROYEK KELOMPOK

Produk akhir: satu lembar infografis/poster digital bertema “Membuat Produk Lebih Hijau”. Gunakan satu produk nyata dan tunjukkan perubahan sebelum-sesudah.

KOMPONEN	WAJIB ADA
Masalah	Dampak yang ingin dikurangi
Prinsip	Minimal 2 prinsip kimia hijau
Solusi	Perubahan proses/produk
Alasan	Penjelasan ilmiah singkat
Dampak	Manfaat lingkungan/keselamatan
Sumber	Minimal 2 sumber informasi

CHECKLIST PRODUK

☐ Masalah jelas ☐ Prinsip tepat ☐ Solusi realistis ☐ Alasan ilmiah ☐ Dampak dijelaskan ☐ Sumber dicantumkan

8 • CEK PEMAHAMAN

Pilih satu jawaban terbaik, lalu cocokkan dengan pembahasan guru.

1. Prinsip yang paling menekankan pencegahan terbentuknya limbah adalah

A. Pencegahan B. Katalisis C. Degradasi D. Analisis real-time

Jawaban: _____

2. Penggunaan katalis terutama membantu ...

A. meningkatkan efisiensi reaksi B. menambah limbah C. menghilangkan semua energi D. membuat semua bahan aman

Jawaban: _____

3. Produk yang dirancang agar terurai menjadi zat yang lebih aman

A. ekonomi atom B. desain untuk degradasi C. efisiensi energi D. derivatisasi

Jawaban: _____

4. Proses yang memasukkan sebanyak mungkin atom pereaksi ke produk

A. ekonomi atom B. pelarut aman C. keselamatan proses D. analisis real-time

Jawaban: _____

5. Mengapa pencegahan limbah menjadi gagasan penting dalam kimia hijau?

A. Karena mencegah biasanya lebih baik daripada menangani limbah yang sudah terbentuk. B. Karena semua reaksi menjadi tanpa energi. C. Karena semua bahan harus alami. D. Karena pengujian tidak diperlukan.

Jawaban: _____

9 • REFLEKSI & EXIT TICKET

3 — HAL YANG SAYA PAHAMI

1. _____

2. _____

3. _____

2 — HAL YANG MASIH INGIN SAYA KETAHUI

1. _____

2. _____

1 — AKSI YANG AKAN SAYA LAKUKAN

Saya dapat menerapkan gagasan keberlanjutan dengan cara:

—

EXIT TICKET

Lengkapi kalimat: "Menurut saya, kimia hijau penting karena ..."

—

Skor pemahaman setelah belajar: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Apa yang berubah dari skor awalmu? _____

10 • CATATAN GURU & KUNCI SINGKAT

Bagian ini dapat digunakan guru untuk memandu diskusi dan asesmen formatif.

KUNCI CEK PEMAHAMAN

1. A — Pencegahan
2. A — meningkatkan efisiensi reaksi
3. B — desain untuk degradasi
4. A — ekonomi atom
5. A — mencegah limbah lebih baik daripada menangani limbah yang sudah terbentuk.

ARAH DISKUSI

Pada aktivitas kasus, jawaban dapat memiliki lebih dari satu prinsip selama siswa memberikan alasan yang logis. Tekankan bahwa penilaian “lebih hijau” sebaiknya mempertimbangkan beberapa aspek sekaligus: limbah, bahan baku, energi, toksisitas, keselamatan, efisiensi, dan siklus hidup produk.

IDE ASESMEN

Formatif: respons pemantik, Detektif Kimia Hijau, dan cek pemahaman.

Sumatif/proyek: kualitas analisis masalah, ketepatan prinsip, kelayakan solusi, argumentasi ilmiah, dan komunikasi visual.

Media ini dapat dipadukan dengan diskusi kelompok, studi kasus lingkungan setempat, pencarian informasi, atau proyek desain produk yang lebih berkelanjutan.