Kegiatan Belajar 1

Kelompok :

ATP:

- Peserta didik mampu mendeskripsikan pengertian dan pentingnya kimia hijau
- Peserta didik mampu menganalisis prinsip kimia hijau

Indikator Kemampuan Berpikir Kritis :

- Peserta didik mampu membuat kesimpulan berdasarkan bukti

untuk mengawali kegiatan pembelajaran mengenai kimia hijau, mari kita simak bersama bacaan berikut !

Suplemen Materi

KIMIA HIJAU

Kimia Hijau merupakan pendekatan dalam ilmu kimia yang bertujuan **menciptakan proses dan produk kimia yang aman dan ramah lingkungan**. Pendekatan ini berfokus pada perancangan produk dan proses kimia untuk **mengurangi atau menghilangkan penggunaan bahan-bahan berbahaya**, seperti zat yang mudah meledak, beracun, karsinogenik (pemicu kanker), atau penyebab pencemaran lingkungan dan perubahan iklim.

Dalam kehidupan sehari-hari, banyak produk kimia yang dihasilkan melalui proses kimia, seperti sabun, deterjen, plastik, dan pupuk. Kimia hijau berperan penting dalam mencegah dampak negatif dari proses pembuatan maupun penggunaan produk-produk tersebut. Dengan menerapkan prinsip kimia hijau, kita dapat memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya bermanfaat, tetapi juga aman bagi manusia dan lingkungan.

LIVEWORKSHEETS

Suplemen Materi

Untuk menciptakan produk kimia yang lebih ramah lingkungan, **Paul T. Anastas**, yang dikenal sebagai "*Bapak Kimia Hijau*," bersama **John C. Warner**, mengembangkan **12 prinsip** yang menjadi pedoman dalam praktik kimia hijau pada tahun 1998. Kedua belas prinsip ini saling mendukung untuk mewujudkan **proses kimia yang aman, efisien, dan berkelanjutan**. Mulai dari mencegah limbah hingga membuat produk yang mudah terurai, prinsip-prinsip ini membantu **mencegah pencemaran sejak dari sumbernya.**

1. Pencegahan Limbah (Prevention)

Lebih baik mencegah pembentukan limbah daripada mengolah atau membersihkan limbah setelah terbentuk. Prinsip ini menekankan bahwa proses kimia sebaiknya dirancang sedemikian rupa sehingga limbah tidak terbentuk sejak awal, bukan hanya fokus pada pengelolaan limbah setelah proses selesai.

Contoh:

Mengganti CFC(klorofluorokarbon) dengan HC (hidrokarbon) sebagai refrigeran (zat pendingin) pada AC dan kulkas. CFC (klorofluorokarbon) merupakan zat pendingin yang tidak mudah terurai dan sangat merusak ozon ketika terlepas ke atmosfer. Kerusakan ini menimbulkan dampak lingkungan yang serius dan berkepanjangan. Upaya untuk menghindari terbentuknya limbah sejak awal yaitu dnegan mengganti CFC dengan Hidrokarbon yang lebih ramah lingkungan

2. Ekonomi Atom (Atom Economy)

Merancang reaksi kimia untuk memaksimalkan penggunaan semua atom bahan awal ke dalam produk akhir.

Contoh:

Sebagai contoh, pada sintesis aspirin, asam salisilat direaksikan dengan anhidrida asetat untuk menghasilkan aspirin dan asam asetat. Reaksinya adalah sebagai berikut:

$$(C_7H_6O_3) + (C_4H_6O_3) \rightarrow (C_9H_8O_4) + (CH_3COOH)$$

Dalam reaksi ini :

- Produk yang diinginkan = Aspirin (Asam Asetilsalisilat)
- Produk sampingan (limbah) = Asam Asetat

LIVEWORKSHEETS

Suplemen Materi

untuk menghitung ekonomi atom, kita bisa menggunakan rumus:

$$\text{Ekonomi Atom} = \frac{\text{Massa Molar Produk yang Diinginkan}}{\text{Total Massa Molar Reaktan}} \times 100\%$$

Mari kita hitung dengan perkiraan massa molar :

- Massa molar Asam Salisilat $(C_7H_6O_3)$ = 138,12 g/mol
- Massa molah Anhidrida Asetat $(C_4H_6O_3)$ = 102,09 g/mol
- Massa molar Aspirin $(C_9H_8O_4)$ = 180,16 g/mol
- Massa molar Asam Asam Asetat (CH_3COOH) = 60,05 g/mol

Total massa molar reaktan = 138,12 g/mol+102,09 gr/mol = 240,21 g/mol

$$Ekonomi Atom = \frac{180,16}{240,21} x100\% = 75\%$$

Ini berarti sekitar 75% dari total massa atom reaktan berhasil diubah menjadi produk yang utama (aspirin), sementara sisanya (sekitar 25%) menjadi produk sampingan yang tidak diinginkan (asam asetat).

Semakin tinggi ekonomi atom, semakin efisien, dan semakin sedikit limbah kimia yang dihasilkan.

3. Sintesis Kimia yang Lebih Aman *(Less Hazardous Chemical Synthesis)*

Merancang metode sintesis yang menggunakan dan menghasilkan zat dengan toksisitas minimal.

Contoh :

Sebagai contoh penerapannya yaitu mengganti pemutih pakaian yang mengandung natrium hipoklorit (NaOCl) yang cukup berbahaya jika terkena kulit, terhirup, atau tercampur bahan kimia lain. dengan salah satu bahan kimia yang cukup aman dan menghasilkan efek pemutihan yang sama yaitu hidrogen peroksida (H_2O_2).

- Pemutih Konvensional (kurang aman) :
  1. Menggunakan natrium hipoklorit (NaOCl).
  2. Bisa menghasilkan produk samping klorin yang berpotensi beracun jika bereaksi dengan senyawa organik tertentu, terutama dalam pembuangan limbah.
  3. Iritasi pada kulit dan mata, bau menyengat.

LIVEWORKSHEETS

Suplemen Materi

- Pemutih Ramah Lingkungan (Sintesis Lebih Aman) :
  1. Menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2)
  2. Hidrogen peroksida adalah agen pengoksidasi yang kuat, tetapi produk sampingannya sangat aman: hanya air (H_2O) dan oksigen (O_2)
  3. Tidak menghasilkan produk samping berbahaya, tidak berbau menyengat, dan risiko iritasinya jauh lebih rendah.

4. Desain Produk Kimia yang Lebih Aman (*Designing Safer Chemicals*)

Merancang produk kimia yang efektif, namun memiliki toksisitas yang seminimal mungkin.

Contoh :

Pemadam api secara konvensional menggunakan busa (*foam*) yang mengandung bahan beracun yang dapat mencemari air dan merusak ozon. kemudian diciptakan busa jenis baru yang dinamakan (*pyro cool*) yang dapat digunakan sebagai bahan pemadan kebakaran tanpa menimbulkan bahan beracun.

5. Pelarut dan Bahan Pendukung yang Lebih Aman (*Safer Solvents and Auxiliaries*)

Menghindari atau meminimalkan penggunaan pelarut beracun dari zat pembantu lainnya. jika harus digunakan, pilihlah yang paling aman.

Contoh:

sebagai contohnya yaitu mengganti pelarut perkloroetilena dengan karbondioksida cair dan surfraktan sebagai pelarut dalam *dry cleaning*. perkloroetilena dengan rumus kimia C_2Cl_4 merupakan pelarut yang digunaakan pada *dry cleaning*, yang bersifaat karsinogenik (pemicu kanker), serta dapat mencemari air tanah ketika dibuang. Teknologi baru yang ramah lingkungan dengan menggunakan karbon dioksida (CO_2) cair dan surfraktan sebagai pelarut dalam dry cleaning yang dapat meminimalisir penggunaan pelarut berbahaya.

LIVEWORKSHEETS

Suplemen Materi

6. Efisiensi Energi (Design for Energy Efficiency)

Mengoptimalkan penggunaan energi dalam proses kimia. Sebaiknya proses kimia dilakukan pada suhu dan tekanan ruang normal untuk mengurangi penggunaan energi.

Contoh:

Menggunakan sel surya sebagai sumber energi terbarukan. Sel surya merupakan sumber energi ramah lingkungan yang terbarukan, rendah emisi karbon, dan dapat dimasalkan untuk memenuhi kebutuhan listrik yang semakin tinggi. Semakin tingginya penggunaan sel surya mengakibatkan penurunan penggunaan bahan bakar fosil dan mengurangi pencemaran gas rumah kaca

7. Penggunaan Bahan Baku Terbarukan (Use of Renewable Feedstocks)

Menggunakan bahan baku yang dapat diperbarui daripada bahan baku dari fosil (minyak bumi, batu bara) yang tidak dapat diperbarui.

Contoh:

Membuat plastik dari bahan nabati (bioplastik). Hampir semua plastik konvensional yang kita gunakan sehari-hari (botol minum PET, kantong kresek PE) dibuat dari minyak bumi tidak terbarukan. dengan menerapkan prinsip penggunaan bahan baku terbarukan, kini dikembangkan bioplastik dari bahan nabati. Contohnya, PLA (Polylactic Acid) dari pati jagung atau tebu digunakan untuk gelas, wadah makanan, dan filamen 3D. Di Indonesia, juga dibuat kantong belanja dari pati singkong yang lebih cepat terurai dan ramah lingkungan.

8. Pengurangan Bahan Turunan Kimia (Reduce Derivatives)

menghindari langkah-langkah reaksi yang tidak perlu, seperti melindungi sementara suatu gugus fungsi, karena akan menambah penggunaan bahan kimia dan menghasilkan limbah.

Contoh:

Sebagai contohnya yaitu Biokatalisis. Dengan menggunakan enzim sebagai katalis dalam reaksi kimia. Enzim seringkali memiliki selektivitas tinggi sehingga tidak memerlukan perlindungan gugus fungsi, dan reaksi bisa berlangsung lebih efisien serta ramah lingkungan.

LIVEWORKSHEETS

Suplemen Materi

9. Katalisis (Catalysis)

Menggunakan katalis untuk mempercepat reaksi lebih baik daripada menggunakan pereaksi dalam jumlah stoikiometris (yang habis bereaksi).

Contoh:

Knalpot mobil modern dilengkapi dengan catalytic converter yang mengandung logam seperti platina. Katalis ini mengubah gas beracun (CO, NO_x) dari sisa pembakaran menjadi gas yang lebih aman (CO_2, N_2, O_2)

10. Desain untuk Degradasi (Design for Degradation)

Produk kimia harus dirancang agar setelah digunakan dapat terurai menjadi zat yaang tidak berbahaya di lingkungan.

Contoh:

Sebagai contohnya dengan membuat deterjen dan sabun yang bersifat biodegradable, artinya dapat diuraikan oleh mikroorganisme di air sehingga tidak mencemari perairan.

11. Analisis Real-Time untuk Pencegahan Polusi (Real-time Analysis for Pollution Prevention)

Memantau proses secara *real-time* untuk mencegah pembentukan zat berbahaya.

Contoh:

Sebagai contohnya dalam pembuatan produk seperti seperti antibiotik atau yogurt, bakteri harus hidup pada kondisi pH yang sangat spesifik. dengan menerapkan prinsip analisis real-time, di dalam tangki fermentasi dipasang sebuah sensor pH yang terhubung ke komputer. Sensor ini terus-menerus mengukur keasaman larutan. sensor tersebut bekerja jika pH menjadi terlalu asam atau basa, sistem akan secara otomatis meneteskan larutan penyangga untuk mengembalikannya ke tingkat optimal. dengan demikian proses berjalan stabil, bakteri menghasilkan produk maksimal, dan mencegah seluruh batch gagal yang akan menjadi limbah.

LIVEWORKSHEETS

Suplemen Materi

12. Kimia yang Secara Inheren Lebih Aman untuk Pencegahan Kecelakaan (Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention)

Memilih bahan dan proses kimia yang dapat meminimalkan potensi kecelakaan kerja, seperti ledakan, kebakaran, atau kebocoran zat beracun.

Contoh:

Mengganti proses desinfeksi air yang menggunakan gas klorin (Cl_2) yang sangat beracun dan berbahaya jika bocor, dengan menggunakan ozon (O_3) atau sinar UV yang lebih aman.

LIVEWORKSHEETS

Orientasi Masalah

Bahaya Kimia Bagi Lingkungan

Gambar 2. Limbah sungai
Sumber:
https://acesse.one/pencemaransungai

Setiap hari, manusia menggunakan berbagai produk yang mengandung bahan kimia, seperti sabun, deterjen, pestisida, parfum, hingga pewarna sintetis untuk membatik. Produk-produk ini memang memberikan kemudahan dalam kehidupan sehari-hari, namun limbah dari produk-produk tersebut sering kali langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai. Limbah cair dari aktivitas rumah tangga dan industri rumahan, seperti air bekas sabun atau limbah batik, umumnya dialirkan ke selokan atau sungai. Meskipun tidak selalu tampak berbahaya, zat-zat kimia dalam limbah tersebut dapat menimbulkan dampak serius terhadap lingkungan dan makhluk hidup (Rani et al., 2021).

Surfaktan dalam deterjen dan sabun, misalnya, dapat merusak lapisan lendir pelindung pada ikan serta mengganggu fungsi insangnya. Bahkan, pada konsentrasi rendah (5–15 mg/L), surfaktan telah terbukti menyebabkan kematian organisme air seperti ikan dan larvanya (Naseem et al., 2020). Demikian pula, limbah cair dari proses pewarnaan batik umumnya mengandung logam berat dan senyawa toksik yang tidak mudah terurai, serta berpotensi karsinogenik dan mutagenik. Jika limbah ini masuk ke badan air tanpa perlakuan khusus, akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, terganggunya fotosintesis organisme air, serta akumulasi bahan kimia beracun dalam rantai makanan (Khandare et al., 2021; Yadav et al., 2024). Sementara itu, penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian juga memberikan dampak negatif. Residu pestisida yang mencemari air tanah dan sungai dapat membahayakan organisme non-target, seperti serangga penyerbuk, ikan, dan burung (WHO, 2022).

LIVEWORKSHEETS

Untuk mengatasi masalah ini, para ilmuwan mengembangkan pendekatan kimia hijau, yaitu prinsip dan praktik dalam ilmu kimia yang bertujuan merancang produk dan proses yang mengurangi atau menghilangkan penggunaan serta pembentukan zat berbahaya (Anastas & Warner, 1998).Kimia hijau mendorong penggunaan bahan baku terbarukan, pencegahan limbah dari sumbernya, serta produksi kimia yang lebih aman bagi manusia dan lingkungan. Dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip ini, peserta didik diharapkan mampu menyadari bahwa aktivitas sederhana sekalipun dapat menimbulkan dampak besar, dan bahwa solusi berbasis sains sangat penting untuk keberlanjutan lingkungan.

"Setelah membaca bacaan di atas, untuk lebih mendalami permasalahan tersebut mari kita simak bersama video dibawah ini"

LIVEWORKSHEETS

"Untuk membantu kalian merumuskan masalah, jawablah terlebih dahulu pertanyaan-pertanyaan berikut sesuai pemahaman kalian."

1. Apa yang kamu ketahui tentang kimia hijau?

2.Coba sebutkan , apa saja contoh kegiatan sehati-hari yang kamu lakukan yang berkaitan dengan bahan kimia ?

3.Apakah kegiatan tersebut berpotensi mencemari lingkungan? Jika iya, bagaimana cara mengatasinya berdasarkan prinsip kimia hijau?

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan Kelompok

Merumuskan Masalah

Sebelum memulai penyelidikan, penting bagi kalian untuk menentukan masalah utama yang akan dicari solusinya. Rumusan masalah akan menjadi dasar berpikir kritis dan panduan selama kegiatan belajar.

Cermati kembali teks bacaan dan jawaban kalian pada pertanyaan pemantik sebelumnya. Sekarang, buatlah satu rumusan masalah berdasarkan dengan proses kimia dalam kehidupan sehari-hari yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau

Contoh :

Bagaimana dampak pembuangan sabun berbahan kimia sintetis terhadap ekosistem air?

1.

LIVEWORKSHEETS

Mengajukan Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap rumusan masalah yang kalian buat, yang nantinya akan dibuktikan melalui pengumpulan dan analisis data.

Berdasarkan rumusan masalah yang kamu buat, ajukan hipotesis atau dugaan sementara tentang kemungkinan jawabannya.

Contoh :

Jika sabun sintetis mengandung bahan kimia berbahaya, maka pembuangannya ke saluran air dapat mencemari air dan membahayakan organisme akuatik

Mengumpulkan dan Menganalisis Data

Untuk membuktikan hipotesis peserta didik, silahkan kumpulkan informasi sebanyak mungkin dari berbagai macam sumber terpercaya. jangan lupa sertakan sumber informasinya yaa!

LIVEWORKSHEETS

Carilah informasi dari buku, artikel ilmiah, atau video edukatif mengenai dampak dari permasalahan yang kamu teliti. Tuliskan minimal 2 data atau fakta yang kamu temukan.

Contoh :

1. Surfaktan dalam sabun sintetis dapat mengurangi kadar oksigen terlarut dalam air (Sumber: Jurnal Lingkungan Hidup, 2021).

2. Kandungan fosfat tinggi menyebabkan eutrofikasi dan kematian ikan (Sumber: Environmental Chemistry Reports, 2020).

Menguji Hipotesis

setelah kalian merumuskan masalah, mengajukan hipotesis, mengumpulkan data, sekarang saatnya untuk menguji hipotesis yang telah kalian ajukan dengan data yang telah kalian dapatkan

Bandingkan data yang kamu kumpulkan dengan hipotesis yang sudah dibuat. Apakah datanya mendukung atau tidak mendukung hipotesismu? tuliskan jawabanya pada kolom dibawah ini!

LIVEWORKSHEETS

Contoh :

Data mendukung hipotesis saya karena terbukti bahwa limbah sabun sintetis berdampak negatif terhadap kualitas air dan kehidupan organisme di dalamnya.

Menyimpulkan

Buatlah kesimpulan akhir dari kegiatan penyelidikanmu. Tuliskan juga satu solusi berdasarkan prinsip kimia hijau!

Contoh :

Penggunaan sabun sintetis berdampak buruk bagi ekosistem air. Sebagai solusinya, masyarakat dapat beralih menggunakan sabun berbahan dasar alami seperti minyak kelapa atau lerak, sesuai prinsip kimia hijau: penggunaan bahan yang dapat terurai dan aman bagi lingkungan.

LIVEWORKSHEETS

Latihan Soal Mandiri dan Refleksi

"Selamat! Kalian telah berhasil menyelesaikan diskusi kelompok tentang Kimia Hijau dengan baik. Sekarang, saatnya menguji pemahaman kalian secara mandiri melalui latihan berikut. Silakan klik tombol "Quiz" dan "Latihan Soal" dibawah untuk memulai pengerjaannya."

Quiz

Latihan Soal

Kegiatan 2

Anak-anak yang hebat,
Kita telah sampai di akhir pembelajaran kita hari ini tentang Kimia Hijau. Sekarang, mari kita lakukan refleksi bersama mengenai pembelajaran hari ini. silahkan klik tombol "Refleksi" dibawah.

Refleksi

Back

Setelah selesai, tekan tombol **"Finish"** di bagaian bawah halaman untuk mengirim hasil pekerjaan kalian. pastikan semua soal sudah terjawab

LIVEWORKSHEETS