

AKSARA 2

ANALISIS KASUS, SOLUSI, DAN AKSI
RAMAH LINGKUNGAN

LEMBAR KERJA MURID DENGAN MODEL
CASUAL

AGENTS OF CHANGE:
SAMPAH ORGANIK MENJADI
SOLUSI ORGANIK MELALUI
INTEGRASI PRINSIP GREEN
CHEMISTRY

SABUN
ECO ENZYME

PENYUSUN

1. Azza Nuriah Widowati, M.Pd.
2. Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd.
3. Prof. Dr. Utiya Azizah, M.Pd.

KELAS :

NAMA ANGGOTA KELOMPOK:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

FASE E
SMA/MA

ORIENTATION

The Wake-Up Call!

SUNGAI BERBUSA DI SURABAYA



Gambar 1. a. Tercemarnya Sungai di Surabaya (Atas); b. Sungai Surabaya yang Bersih (Bawah)

(Sumber: <https://www.suarasurabaya.net/kelanakota/2025/sungai-di-surabaya-berbusa-karena-limbah-deterjen-pemkot-komunikasikan-ipal-komunal/>)

Bayangkan sebuah sungai yang seharusnya mengalirkan air jernih dan menjadi urat nadi kehidupan bagi berbagai makhluk hidup, tiba-tiba bermutasi menyerupai hamparan salju buatan yang pekat. Pandangan mata warga Surabaya kembali dikejutkan oleh gumpalan busa putih raksasa yang mengapung dan mengunci permukaan air Sungai Kalisari Damen. Fenomena visual yang tampak estetik dari kejauhan ini menyimpan kenyataan yang mengerikan: ia bukanlah fenomena alam biasa, melainkan sebuah sinyal bahaya ekologis yang bersumber langsung dari balik dinding rumah kita sendiri.

Ada sebuah material misterius yang kita gunakan setiap hari, sebuah produk modern yang dianggap sebagai simbol kebersihan dan kemudahan hidup. Namun, ketika cairan sisa aktivitas kita tersebut mengalir keluar dari pipa pembuangan, ia membawa senyawa aktif persisten yang tidak kasat mata. Senyawa ini menyusup ke dalam air, turun ke dasar, dan mengendap selama berbulan-bulan di dalam sedimen sungai. Ketika arus air bergolak, senyawa yang terakumulasi ini bangkit ke permukaan, mengikat udara, dan menjelma menjadi monster busa yang meracuni biota air serta merusak estetika kota Pratiwi, R., et al. (2021).

Bayangkan jika kalian adalah warga yang tinggal tepat di pinggir aliran sungai berbusa tersebut, atau kalian adalah makhluk hidup (ikan dan tumbuhan air) yang tinggal di dalamnya.

Tuliskan **dampak buruk nyata jangka pendek maupun jangka panjang** yang akan langsung kalian rasakan akibat fenomena sungai berbusa ini!

Dampak 1 (Bagi Manusia):

Dampak 2 (Bagi Biota/Ekosistem Air):

Dampak 3 (Bagi Lingkungan Sekolah/Sekitar): .

kita harus bisa membedakan antara **"Gejala Masalah"** (apa yang terlihat di permukaan) dan **"Akar Masalah"** (penyebab utama mengapa hal itu terjadi). Berdasarkan teks di atas, kelompokkan informasi yang kalian temukan ke dalam tabel di bawah ini!

Tabel 1. Identifikasi Gejala dan Akar Masalah

Apa saja "Gejala" atau tanda-tanda kerusakan yang langsung terlihat mata di sungai Surabaya?	Apa yang menjadi "Akar Masalah" atau penyebab utama di balik munculnya busa-busa tersebut?



Kesadaran dampak lingkungan



Memahami masalah



Kesadaran



ORGANIZATION

Squad Goals

Setelah memahami fenomena sungai berbusa di Surabaya, sekarang berkumpul bersama anggota kelompokmu. Mari kita organisasikan pemikiran kita untuk memetakan bagaimana aktivitas manusia di darat dapat merusak ekosistem air secara sistemik.

1

Mengapa limbah detergen rumah tangga yang dibuang oleh jutaan warga ke selokan (hulu) secara terus-menerus, dapat mengakibatkan dampak fatal berupa kematian massal ikan di Sungai Surabaya (hilir)? Jelaskan bagaimana keterkaitan zat kimia tersebut dengan penurunan kualitas ekosistem air!

2

buatlah 1 kalimat rumusan masalah yang spesifik dan menjadi fokus kelompok kalian untuk diselesaikan pada bab ini! *(Petunjuk: Rumusan masalah yang baik fokus pada bagaimana mengurangi sumber penyebabnya, bukan sekadar membersihkan busanya).*

Bagaimana kita dapat

BUKU AJAR 1

Bacalah referensi dari buku ajar untuk membantu proses belajar pada pertemuan hari ini dengan scan barcorde dibawah ini!



Pemahaman ekologi

Memahami masalah

CASE ANALYSIS

Eco-Audit Time!

Bacalah kasus di bawah dengan seksama!

Mengapa Kali Surabaya Masih Tercemar Padahal Sudah Banyak Program Kebersihan Kota?



Gambar 2. Aliran Sungai di Kawasan Gayungan menjadi Potret Nyata Tantangan Pengelolaan lingkungan perkotaan di Surabaya

Aliran sungai di Surabaya tampak berjalan tanpa banyak gejolak. Dari kejauhan, airnya terlihat biasa saja, seolah masih mampu menanggung ritme kota yang terus bergerak. Bagi warga yang tinggal di bantaran, perubahan terasa pelan tetapi nyata.

Data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa lebih dari 60% pencemaraaair di wilayah perkotaan Indonesia berasal dari limbah domestik. Laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan juga menunjukkan bahwa kualitas air sungai di kota besar, termasuk Surabaya, masih berada pada kategori tercemar ringan hingga sedang.

Warga membersihkan sampah sebisanya. Arus berikutnya kembali membawa kiriman baru. Siklus ini berlangsung berulang dan membuat upaya pembersihan terasa tidak pernah selesai. Ruang yang dahulu menjadi tempat berinteraksi kini menghadirkan rasa was-was.

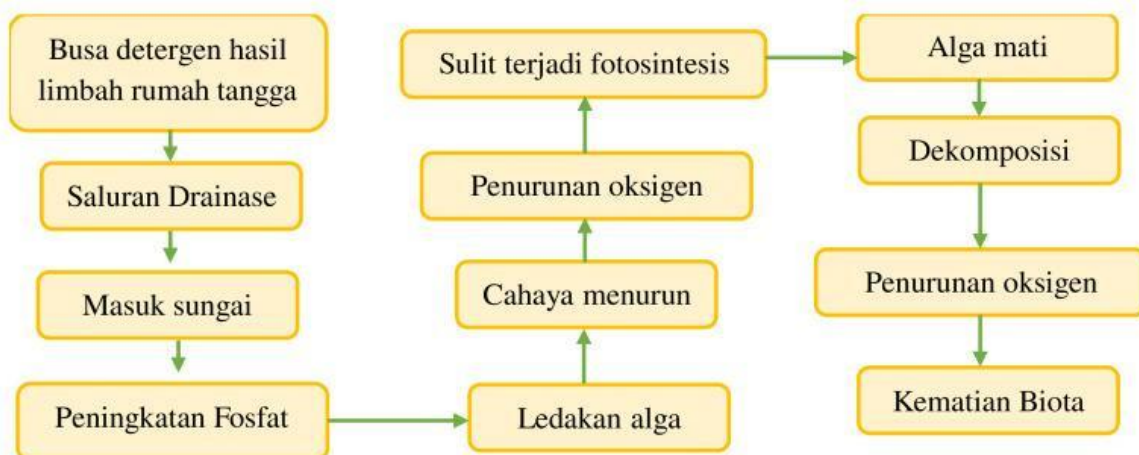
Pada tahun 2023, Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya melaporkan peningkatan pencemaran Kali Surabaya akibat limbah rumah tangga dan industri. Salah satu fenomena yang sering ditemukan adalah munculnya busa putih di permukaan sungai. Hasil pengujian kualitas air menunjukkan tingginya kandungan surfaktan dan fosfat dari limbah deterjen rumah tangga. Fosfat dapat memicu eutrofikasi, yaitu pertumbuhan alga secara berlebihan yang menyebabkan kadar oksigen di dalam air menurun. Kondisi ini dapat mengakibatkan kematian ikan dan organisme air lainnya.

Di sisi lain, deterjen modern dipilih masyarakat karena murah, praktis, dan efektif membersihkan pakaian. Industri juga mempertimbangkan biaya produksi sehingga penggunaan bahan ramah lingkungan masih terbatas. Masalah ini menunjukkan adanya konflik antara kebutuhan manusia, keuntungan ekonomi, dan keberlanjutan lingkungan.

Tabel 2. Data Kualitas Air Kali Surabaya

Parameter	Baku Mutu	Hasil Pengamatan
Fosfat	0,2 mg/L	1,1 mg/L
Surfaktan	0,2 mg/L	0,9 mg/L
BOD	3 mg/L	8 mg/L
COD	25 mg/L	46 mg/L

Sumber: DLH Surabaya (disederhanakan)



Gambar 3. Alur Pencemaran Detergen dan Proses Eutrofikasi

1

Berdasarkan data kasus di atas, mengapa program aksi "Bersih-Bersih Sungai" yang selama ini rutin dilakukan dinilai tidak efektif untuk menyelesaikan masalah sungai berbusa dalam jangka panjang? Tuliskan analisis kritis kelompokmu!

2

Gambarkan atau jelaskan bagaimana zat beracun dari detergen ini mengalami perpindahan melalui rantai makanan hingga berdampak buruk bagi kesehatan tubuh manusia!



12 PRINSIP GREEN CHEMISTRY



Christian Hendra Hartimin (X-3/ 5)
Jason Kartasasmita (X-3/15)
Nobuhiro Komatsuda (X-3/ 27)
Padre Pio Wisnu Amengku Djati (X-3/28)



1 MENCEGAH LIMBAH

Rencanakan produksi bahan kimia dengan baik untuk meminimalkan limbah.

Create Less Waste

Produksi Polystyrene dari limbah CO₂ daripada CFC.



2 MAKSIMALKAN ATOM EKONOMI

Kurangi limbah dengan memaksimalkan jumlah atom dalam produk akhir untuk memastikan reaksi kimia efisien.

Produksi Ibuprofen 3 tahap meningkatkan atom ekonomi.



3 MENDESAIN SINTESIS KIMIA YANG LEBIH AMAN

Pertimbangkan risiko kesehatan dan lingkungan dalam memproduksi bahan secara kimia.

$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2$

Reaksi Klor Alkali dengan sel membran, tidak lagi sel merkuri yang beracun.



4 DESAIN BAHAN/PRODUK KIMIA YANG LEBIH AMAN

Minimalkan toksisitas produk kimia yang dihasilkan

Surfact Green

Surfektan Bebas Fluor karena Fluor adalah bahan kimia yang toksik



5 MENGGUNAKAN BAHAN PELARUT YANG LEBIH AMAN

Pilih pelarut yang aman dan minimalkan jumlahnya karena pelarut adalah penyusun utama limbah.

Pelarut etil asetat etanol 3:1 sebagai pengganti diklorometana (DCM) yang toksik



6 TINGKATKAN EFISIENSI ENERGI

Pilih proses kimia yang paling hemat energi.

Hindari pemanasan & pendinginan ekstrim atau vakum



7 GUNAKAN BAHAN BAKU TERBARUKAN

Pilih bahan baku terbarukan daripada bahan baku fosil.

Tetrahidrofuran dari biomassa



8 MENGHINDARI TIMBULNYA TURUNAN KIMIA

Turunan kimia yang tidak diperlukan harus dikurangi atau dihindari jika memungkinkan sehingga limbah dapat dikurangi.

Pencarian reaksi selektif baru untuk mengurangi turunan kimia.



9 MENGGUNAKAN KATALIS

Penggunaan katalis dapat meningkatkan selektivitas reaksi sehingga mengurangi limbah yang dihasilkan.

Produksi alkohol dari keton dan hidrogen dengan menggunakan katalis Pd/C.



10 MENDESAIN BAHAN KIMIA MUDAH TERDEGRADASI PASCA GUNA

Agar setelah tidak digunakan lagi, tidak bertahan lama dan mencemari lingkungan.

Kantong plastik biodegradable yang mudah terurai oleh mikroba setelah digunakan.



11 ANALISIS REAL TIME UNTUK CEGAH POLUSI

Metode analisis real-time dapat melakukan pemantauan dan kontrol sebelum terjadinya zat berbahaya ataupun polutan..

Pemantauan pH untuk memantau sejauh mana reaksi berlangsung.



12 MENGURANGI RISIKO KECELAKAAN

Kembangkan prosedur kimia yang lebih aman untuk mengurangi risiko kecelakaan seperti api, ledakan, output beracun.

Pelabelan bahan kimia & menjauhkan oksidizer dari bahan mudah terbakar



Gambar 3. 12 Prinsip Green Chemistry

(Sumber:Pinterest)



Dari 12 Prinsip Kimia Hijau, Isilah tabel di bawah ini dengan analisislah prinsip mana saja yang diterapkan dalam kondisi sungai tercemar di Surabaya dengan memberi tanda centang (V).

Tabel 3. 12 Prinsip *Green Chemistry*

Prinsip <i>Green Chemistry</i>	Prinsip <i>Green Chemistry</i> yang dilanggar (V)
Pencegahan limbah	
Ekonomi atom	
Sintesis Kimia yang Tidak Berbahaya	
Desain Produk Kimia yang Aman	
Penggunaan Pelarut dan Bahan yang Aman	
Desain untuk Efisiensi Energi	
Penggunaan bahan baku terbarukan	
Mengurangi turunan	
Penggunaan katalis	
Desain untuk Degradasi	
Analisis Real-Time untuk Pencegahan Polusi	
Pencegahan potensi kecelakaan	



SELAMATKAN SUNGAI SURABAYA!

Petunjuk:

Temukan **10 kata tersembunyi** pada kotak huruf di bawah ini. Kata dapat ditemukan **mendatar atau menurun**

1. Zat yang berasal dari aktivitas rumah tangga dan dapat masuk ke badan air apabila tidak dikelola dengan baik.
2. Bahan pembersih rumah tangga yang dapat menjadi salah satu sumber pencemar perairan.
3. Senyawa yang banyak terdapat dalam produk pembersih dan dapat memicu pertumbuhan alga secara berlebihan di perairan.
4. Kondisi yang terlihat pada permukaan air akibat masuknya bahan pencemar dari aktivitas manusia.
5. Sifat suatu zat yang dapat menimbulkan bahaya bagi organisme dan lingkungan.
6. Prinsip *green chemistry* yang mengutamakan agar suatu bahan tidak menjadi masalah setelah digunakan karena dapat terurai melalui proses alami.
7. Prinsip *green chemistry* yang menekankan tindakan mengurangi terbentuknya buangan sejak awal, bukan membersihkannya setelah terbentuk.
8. Zat yang membantu mempercepat suatu reaksi kimia tanpa habis digunakan dalam reaksi tersebut.
9. Sumber bahan yang dapat diperoleh kembali secara alami dan dapat digunakan sebagai alternatif terhadap sumber daya yang terbatas.
10. Proses perubahan bahan menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga lebih mudah kembali ke lingkungan.

X	J	R	C	D	E	T	E	R	G	E	N
P	E	N	C	E	G	A	H	A	N	B	Z
D	S	U	N	G	A	I	X	P	F	U	Q
O	H	J	K	R	P	N	C	K	M	S	V
L	I	M	B	A	H	F	O	S	F	A	T
Y	F	K	S	D	H	D	L	I	L	B	S
T	E	R	B	A	R	U	K	A	N	J	K
I	B	N	U	S	L	S	F	Z	S	V	O
T	O	K	S	I	K	A	T	A	L	I	S

“Mencegah kerusakan selalu jauh lebih bijaksana daripada mengobati kehancuran. Melalui 12 Prinsip Kimia Hijau, kita tidak sedang belajar cara meratapi bumi yang rusak, melainkan sedang merancang cetak biru (blueprint) untuk bumi yang pulih”



Pemahaman ekologi

Kesadaran dampak lingkungan



Memahami masalah



Merencanakan solusi



Pengetahuan



Kesadaran



TUGAS RUMAH DIFERESIANSI

Mencari 1 contoh produk yang dipakai sehari-hari (setiap individu wajib berbeda) dan mencoba menganalisis apakah produk tersebut “hijau” atau Tidak?

DAFTAR PUSTAKA

- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2023*. <https://www.bps.go.id>
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya. (2023). *Laporan Kualitas Air*. <https://dlh.surabaya.go.id>
- Food and Agriculture Organization. (2019). *Food Waste*. <https://www.fao.org>
- Hidayati, N., & Shidiq, A. S. (2023). Pembelajaran kimia hijau melalui hilirisasi produk eco-enzyme untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa abad ke-21. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(3), 512–525. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v11i3.30120>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). *Status Lingkungan Hidup Indonesia*. <https://www.menlhk.go.id>
- Neni_Triana. (2023, 22 Maret). *DIY membuat sabun cuci tangan ramah lingkungan, sabun cuci tangan eco enzyme, sabun cuci tangan MES* [Video]. YouTube. https://youtu.be/jjrEM5d_FNY?si=5muvfEzHJTYYkeim
- Pratama, R., & Handayani, T. (2024). Analisis efektivitas surfaktan Metil Ester Sulfonat (MES) berbasis kelapa sawit sebagai bahan baku sabun cuci tangan organik. *Jurnal Rekayasa Proses dan Kimia Industri*, 12(1), 34–42.
- Pratiwi, R., et al. (2021). Analisis beban pencemaran dan kapasitas daya tampung beban pencemaran sungai akibat limbah domestik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 10(2), 115–124.
- Rosukon, P. (2010). *Eco-Enzyme for Sustainable Living*.
- Supriadi, S., & Lestari, P. (2025). Metode evaluasi reflektif dan audit proses pada pembelajaran berbasis proyek lingkungan di SMA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 17(2), 118–129.
- United Nations Environment Programme. (2021). *Water Pollution*. <https://www.unep.org>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2022). *Green Chemistry*. <https://www.epa.gov/greenchemistry>
- Wahyuni, S., & Utami, W. R. (2022). Karakteristik fisik dan uji stabilitas sabun cuci tangan hasil kombinasi eco-enzyme dengan surfaktan nabati. *Jurnal Kimia Lingkungan Terapan*, 8(4), 201–211.
- World Bank. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management*. <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>
- World Health Organization. (2020). *Water and Health*. <https://www.who.int>