

# AKSARA 1

ANALISIS KASUS, SOLUSI, DAN AKSI  
RAMAH LINGKUNGAN

LEMBAR KERJA MURID DENGAN MODEL  
CASUAL

AKSI NYATA  
BERKELANJUTAN UNTUK  
MENJAWAB PENTINGNYA  
GREEN CHEMISTRY

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!*

Cobalah perhatikan sekitarmu apakah ada pencemaran lingkungan? Apa penyebab utamanya?. Ternyata kasus lingkungan di Surabaya dan sekitarnya bukan hanya berhenti ulah industri tetapi sebagian besar dipengaruhi hasil limbah rumah tangga yang kita hasilkan setiap hari!

### **1.800 TON TIMBUNAN SAMPAH PER HARI DI KOTA PAHLAWAN**



**Gambar 1.** TPA Benowo Surabaya

(Sumber: <https://share.google/T53yftCrR6hyVQHhq> )

Kota Surabaya saat ini tengah menghadapi tantangan ekologis yang sangat berat terkait volume pembuangan limbah padat yang terus membubung tinggi setiap harinya. Ketua Komisi C DPRD Kota Surabaya, Eri Irawan, mengungkapkan fakta mencengangkan bahwa timbunan sampah yang diproduksi di Kota Pahlawan telah menembus angka hingga 1.800 ton per hari. Sayangnya, paradigma penanganan yang berjalan selama ini dinilai masih terlalu berfokus pada sektor hilir, di mana ribuan ton sampah tersebut hanya sekadar dikumpulkan dari pemukiman, diangkut menggunakan truk, lalu ditimbun begitu saja di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Benowo.

Pola manajemen konvensional "kumpul-angkut-buang" ini tidak hanya memicu pembengkakan biaya operasional pengangkutan anggaran daerah yang sangat besar, tetapi juga menyebabkan beban daya tampung lahan TPA menjadi semakin kritis dan terancam mengalami kelebihan muatan dalam waktu dekat.

Kondisi tersebut diperparah oleh fakta bahwa mayoritas limbah harian yang dihasilkan oleh masyarakat dibuang dalam keadaan tercampur tanpa melalui proses pemilahan yang memadai sejak awal. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH), sekitar 60 persen dari total komoditas sampah di Surabaya didominasi oleh materi organik, seperti sisa makanan, limbah dapur rumah tangga, aktivitas pasar, hingga operasional hotel dan restoran. Ketika tumpukan materi organik ini dibiarkan mengendap dan membusuk terlalu lama dalam kondisi anaerobik di timbunan TPA, terjadi reaksi biokimia alamiah yang melepaskan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) ke atmosfer bumi. Gas metana merupakan salah satu jenis Gas Rumah Kaca yang memiliki daya rusak puluhan kali lipat lebih kuat daripada karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dalam memerangkap panas, sehingga secara langsung mempercepat laju krisis iklim global serta memperburuk kualitas udara di sekitar wilayah pembuangan.

**Tabel 1.** Data Limbah Domestik

| Jenis Limbah   | Sumber Aktivitas | Dampak Lingkungan        |
|----------------|------------------|--------------------------|
| Deterjen       | Mencuci pakaian  | Air berbusa, eutrofikasi |
| Minyak bekas   | Memasak          | Menghambat oksigen air   |
| Limbah organik | Sisa makanan     | Bau, gas metana          |

Merespons ancaman lingkungan yang kian nyata ini, Komisi C DPRD Surabaya bersama pemerintah kota mendesak adanya transformasi radikal berupa sistem pengelolaan limbah yang terintegrasi secara ketat berbasis pada sumbernya. Penuntasan masalah ini tidak lagi bisa dibebankan sepenuhnya pada kapasitas pemerintah di TPA, melainkan wajib melibatkan intervensi langsung dari sektor hulu, mulai dari lingkungan terkecil rumah tangga, komunitas RT/RW, sekolah, hingga pelaku industri.

(Sumber: <https://jatimupdate.id/baca-16612-timbunan-sampah-1800-ton-per-hari-komisi-c-harus-diolah-berbasis-sumber>)

1

Berdasarkan narasi di atas, bedah dan urutkanlah apa saja akar masalah utama yang dihadapi oleh Kota Surabaya terkait tata kelola sampahnya! Mengapa sistem pengelolaan konvensional "kumpul-angkut-buang" yang selama ini berjalan dinilai sudah berada di titik kritis?

2

Kasus di atas menyebutkan bahwa 60% timbunan sampah tersebut adalah sampah organik yang membusuk dan melepaskan gas metana ( $\text{CH}_4$ ). Secara teoretis, sampah organik sering dianggap "aman" karena bisa terurai. Namun, dalam kasus penumpukan skala besar di TPA ini, analisislah bagaimana hal tersebut justru berdampak buruk bagi atmosfer dan krisis iklim global!



Kesadaran dampak lingkungan



Memahami masalah



Kesadaran



<https://youtu.be/ekdmEf-fQLs?si=nPoqID7n7UkuV4YP>

Video 1. Wacana  
Pembukaan TPA baru  
di Surabaya



# ORGANIZATION

## Squad Goals

Bergabunglah dengan kelompokmu yang telah ditentukan! Diskusikan hasil analisis individu kalian pada tahap *Orientation* sebelumnya mengenai krisis sampah di Surabaya!

Hubungkan bagaimana aktivitas di tingkat paling kecil (hulu) bisa menciptakan bencana di tingkat global (hilir). Diskusikan dan lengkapi rantai hubungan sebab-akibat berikut!

### Aktivitas Manusia (Sumber Hulu)

Masyarakat kota menghasilkan limbah rumah tangga berupa sampah organik dan anorganik yang tercampur tanpa dipilah sejak dari rumah.



*Apa yang terjadi saat sampah-sampah tercampur tersebut diangkat dan menumpuk di TPA Benowo?*

Sampah organik yang tertimbun dalam jumlah masif mengalami proses pembusukan secara anaerobik (kondisi tanpa oksigen) di dasar gunung



*Zat kimia atau gas apa yang terlepas ke udara akibat proses pembusukan anaerobik tersebut?*

Terjadi pelepasan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dalam jumlah besar secara terus-menerus ke lapisan atmosfer bumi.



*Apa dampak ekologis jangka panjang yang dirasakan oleh seluruh planet bumi akibat pelepasan gas tersebut?*

.....  
.....

"Jika ditinjau dari kaca mata kimia dan kelestarian alam, apa sebenarnya akar masalah utama dari penumpukan 1.800 ton sampah per hari di Surabaya tersebut? Rumuskan dalam 1-2 kalimat batasan masalah yang menjadi fokus kelompok kalian!"

## 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

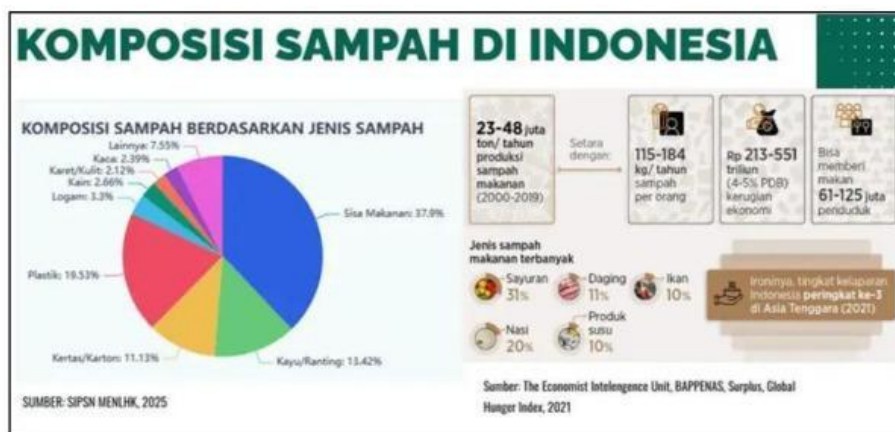
## Eco-Audit Time!

Bacalah kasus di bawah dengan seksama!

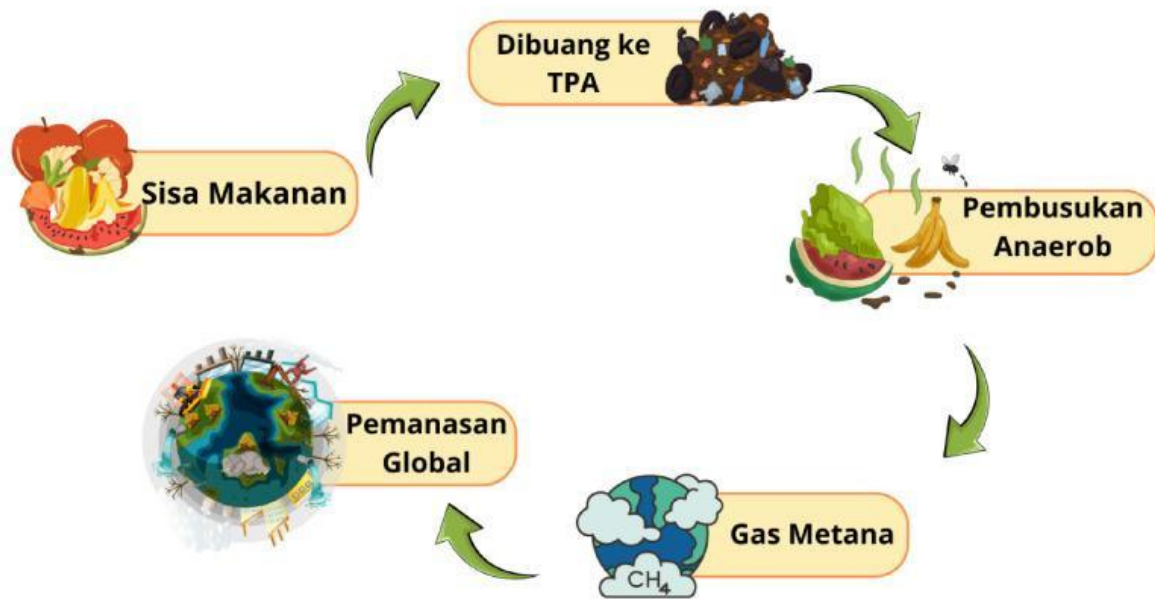


Gambar 2. Komposisi Sampah di Indonesia

KLHK tahun 2023 melaporkan bahwa sekitar 41% sampah rumah tangga di Indonesia berupa sampah organik seperti sisa makanan dan kulit buah. Sebagian besar limbah tersebut dibuang ke TPA tanpa pengolahan. Sampah organik yang membusuk menghasilkan gas metana yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Padahal limbah organik masih dapat dimanfaatkan menjadi produk yang lebih ramah lingkungan seperti kompos dan *ecoenzyme*. Namun, banyak masyarakat memilih membuang sampah karena dianggap lebih praktis dibandingkan mengolah kembali limbah tersebut.



Gambar 3. Indonesia menjadi Negara Ketiga Tingkat Kelaparan di Asean



Gambar 4. Diagram Siklus Sampah Organik di TPA

ATAU



Gambar 5. Diagram Siklus Sampah Organik di Fermentasi

1

Indonesia berada di peringkat ke-3 tingkat kelaparan di ASEAN tetapi 41% sampah kita justru sisa makanan. Menurut kelompokmu, mengapa "membuang sisa makanan ke tempat sampah" bukan lagi sekadar masalah kebersihan, melainkan sebuah kegagalan etika dan kepedulian kita terhadap sesama manusia?

2

Sampah organik (seperti kulit buah) sebenarnya mudah terurai oleh alam. Namun, mengapa ketika 41% sampah organik tersebut dikurung di dalam kantong plastik berlapis-lapis lalu ditimbun di TPA, ia justru berubah menjadi "bom waktu" berupa  $\text{CH}_4$  yang merusak lapisan atmosfer bumi?

Diskusikan bersama kelompokmu bagaimana konsep kimia terhadap kasus aktivitas rumah tangga dapat menyebabkan pencemaran kimia dengan menimbun sampah di TPA selain yang telah disebutkan dalam bacaan kasus diatas!

Hubungkan konsep *Green Chemistry* dengan kasus tingginya sampah organik di Indonesia!

**1**

**Ubahlah cara pandang kelompokmu:** Jika mengelola sampah organik setelah menjadi tumpukan limbah bukanlah solusi yang paling tepat, maka bagaimana ilmu kimia dapat digunakan sejak dari sumbernya untuk mencegah terbentuknya limbah dan mengurangi dampaknya terhadap lingkungan?

2

Apa yang akan terjadi jika kondisi ini terus berlangsung dalam jangka panjang di Indonesia?



*Green Chemistry* adalah pendekatan dalam ilmu kimia yang bertujuan merancang produk dan proses kimia untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan serta pembentukan zat berbahaya bagi manusia dan lingkungan.

3

Jika masalah utamanya adalah tingginya jumlah sampah organik yang terbuang dan berpotensi mencemari lingkungan, maka produk alternatif seperti apa yang kalian rencanakan untuk dibuat dengan memanfaatkan sampah organik tersebut sebagai bahan baku?

(Petunjuk: Pikirkan produk serbaguna ramah lingkungan yang dibuat melalui proses fermentasi sisa buah dan sayuran.)

Kami merencanakan untuk mengalihkan limbah organik menjadi  
.....



#### TUGAS DIFERESIANSI

Ajaklah penjual kantin dan anggota keluargamu agar mau mengumpulkan kulit buah secara terpisah selama seminggu kedepan! Selain itu berkelompok membawa 1 buah galon bekas pada pertemuan kimia berikutnya!

**Apakah Kimia Hanya Menyiptakan Masalah? ATAU Kunci Menuju Solusi?**



Pemahaman ekologi

Kesadaran dampak lingkungan



Memahami masalah



Merencanakan solusi



Pengetahuan



Kesadaran

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., Lubis, N., & Sembiring, D. S. P. S. (2025). Efektivitas pemberian pupuk hayati ecoenzym dan guano terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi putih (*Brassica pekinensis* L.). *JURNAL AGROPLASMA*, 12(1), 224–235.
- Amalia, L., Mulyaningsih, S., Muthmainnah, R., Kristianti, T., & Taopik, D. B. I. (2026). From waste to value: Eco-enzyme as a multifunctional natural liquid—A community service initiative. *Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE)*, 7(2), 130–139.
- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green chemistry: Theory and practice*. Oxford University Press.
- Anwar, S. (2021). *Kimia hijau: Teori, prinsip, dan aplikasi dalam pembelajaran sains*. Penerbit Universitas Pendidikan Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik lingkungan hidup Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id>
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya. (2023). *Laporan kualitas air Kali Surabaya tahun 2023*. Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya.
- Food and Agriculture Organization. (2019). *The state of food and agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction*. FAO. <https://www.fao.org>
- Haji, A. T. S., Khotimah, M., Setyono, L., Atmaja, H. B., Larasati, N., Prabawa, R. G. I., & Azzahra, S. (2023). Pelatihan pemanfaatan sampah organik rumah tangga menjadi produk eco-enzym dan turunannya untuk warga di Kelurahan Giripurno Bumiaji Batu Jawa Timur. *Sarwahita*, 20, 333–340.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023a). *Laporan capaian kinerja pengelolaan sampah nasional tahun 2023*. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) KLHK. <https://sipsn.menlhk.go.id/>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023b). *Status lingkungan hidup Indonesia tahun 2023*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. <https://www.menlhk.go.id>
- Marlina, L., & Prasetyo, B. (2022). Fermentasi limbah organik rumah tangga menggunakan metode eco-enzyme sebagai alternatif pembersih alami ramah lingkungan. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 6(2), 145–158. <https://doi.org/10.31219/osf.io/jk84a>
- Rasmitadila, R., & Zulfitri, Z. (2024). Pemanfaatan sampah buah kantin sekolah melalui pembuatan eco-enzyme untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1), 45–54.
- Rosukon, P. (2010). *Eco-enzyme for sustainable living*. Thailand Organic Agriculture Foundation.
- Suryani, E., & Handayani, S. (2023). Integrasi 12 prinsip green chemistry dalam modul praktikum berbasis masalah lingkungan untuk Fase E. *Sains dan Edukasi Kimia*, 12(3), 210–221.
- United Nations Environment Programme. (2021). *From pollution to solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution*. UNEP. <https://www.unep.org>

- U.S. Environmental Protection Agency. (n.d.). *Green chemistry*. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/greenchemistry>
- Vama, L., & Cherekar, M. N. (2020). Production, extraction and applications of eco-enzyme using citrus fruit waste: A review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9(4), 321–332.
- World Health Organization. (2020). *Water, sanitation, hygiene, and health: A primer for health professionals*. WHO. <https://www.who.int>