



**E-LKPD COLLABORATIVE LEARNING**  
untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa

# EKOSISTEM

Daur Biogeokimia

## Proyek Pembuatan Pupuk Kompos



Satuan	: SMA/MA
Mata Pelajaran	: Biologi
Topik	: Daur Biogeokimia
Kelas/Semester	: X/Genap
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit (2JP)

**Disusun Oleh:**  
**Sa'adatud Daroini Rahmania**  
**Dra. Winarsih, M.Kes**



Setelah mengamati gambar diatas, untuk mengerjakan Lembar Kerja Peserta Didik ini, silahkan Membentuk 5 kelompok terdiri dari 4 anggota dan menuliskan nama anggota kelompok pada kolom dibawah.

**Kelompok:**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

## Mengamati pencemaran sampah di lingkungan sekitar

Pernahkah Anda mengamati tumpukan sampah di lingkungan sekitar atau di tempat pembuangan akhir (TPA)? Bau apa yang tercium dan kondisi apa yang terlihat? Analisis kemungkinan proses biologis dan kimiawi yang terjadi pada tumpukan sampah organik tersebut berdasarkan ciri-ciri yang diamati (bau, suhu, keberadaan serangga, atau perubahan bentuk bahan). Apa yang sebenarnya terjadi pada sampah sisa makanan dan dedaunan setelah dibuang dari rumah kita? Jelaskan proses dekomposisi yang berlangsung serta keterkaitannya dengan daur karbon dan nitrogen dalam ekosistem. Menurut Anda, apa dampak jangka panjang terhadap kualitas tanah dan udara apabila sampah organik dibiarkan menumpuk tanpa pengelolaan yang tepat? Apakah ada cara untuk mengubah ‘masalah’ sampah organik ini menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat dan bernilai ekonomis? Evaluasi bagaimana proses pengomposan aerob dapat membantu mengurangi produksi gas metana serta menjaga keseimbangan daur biogeokimia.



### Bio Smart

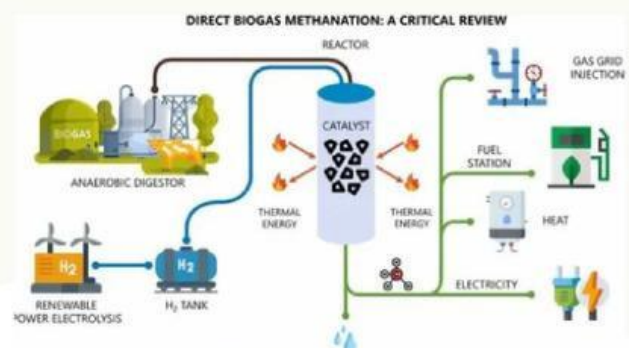
Interpretasi  
Eksplorasi

**Sebelum mengerjakan E-LKPD, amatilah 3 gambar dibawah ini!**



Sumber: Universitas Airlangga Official Website (2023)

(a)



Sumber : ScienceDirect.com

(b)



Coffee & Cacao Training Center (n.d.)

(c)



## Bio Smart

## Analisis Exploration

**Setelah mengamati gambar di atas, jawablah pertanyaan dibawah ini**

1. Analisislah perbedaan proses penguraian sampah organik yang terjadi pada gambar (a) dan gambar (c) dengan mengaitkan kondisi lingkungan dan aktivitas mikroorganisme yang terlibat!

---

---

---

---

---

---

2. Analisislah bagaimana aktivitas manusia pada gambar (a) dapat memengaruhi keseimbangan daur karbon dan nitrogen di lingkungan sekitar!

---

---

---

---

---

---

3. Berdasarkan gambar tersebut, analisislah metode pengelolaan sampah organik yang lebih efektif antara penumpukan sampah di TPA dan pengomposan. Jelaskan alasan ilmiah yang mendukung pendapatmu dengan mengaitkan dampaknya terhadap lingkungan dan daur biogeokimia!!

---

---

---

---

---

---



## Bio Play

Interpretasi  
Transformation

Untuk menambah pengetahuan dan pemahaman mengenai materi daur biogeokimia yang terdiri dari daur nitrogen, daur karbon, daur sulfur, daur fosfor dan daur air serta video pembuatan pupuk kompos metode berkeleysilahkan scan QR Code berikut dan amati video yang telah disediakan.





## Bio Smart

Interpretasi  
Exploration

**Bacalah artikel berikut ini untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan selanjutnya**

### **BAHAYA SAMPAH ORGANIK, ANCAMAN BESAR BAGI BUMI KITA!**



Permasalahan lingkungan bukan semata tentang “sampah yang sulit terurai” seperti styrofoam dan plastik. Timbunan aneka sampah organik yang bisa terurai pun juga merupakan sebuah ancaman besar jika dibiarkan begitu saja. Tragedi di Leuwigajah hanya salah satunya dan sangat berpotensi untuk terjadi kembali di TPA manapun. Bagaimana bisa sampah organik menjadi begitu berbahaya? Penjelasan lebih lengkapnya di bawah ini!

#### **Sampah Organik Apa Saja?**

Penting juga untuk kita pahami sejak awal, tentang apa sebenarnya sampah organik itu. Sebelum kita memahami lebih jauh tentang aneka bahaya yang bisa ditimbulkan olehnya. Sampah organik adalah aneka sampah yang bisa diuraikan secara alami oleh lingkungan karena berasal dari sisa-sisa makhluk hidup. Jadi apa saja yang termasuk sampah organik?

1. Sampah Sisa makanan
2. Sisa sayur dan buah, seperti kulit, biji dan bagian lain.
3. Bagian tubuh atau sisa hewan, contohnya tulang daging ayam, tulang ikan, bagian organ dalam ayam, sapi dan seterusnya
4. Kotoran hewan, seperti kotoran hewan ternak (sapi, ayam, kambing), kotoran hewan peliharaan (kucing, anjing) dan kotoran hewan liar.
5. Sisa kayu, seperti serbuk gergaji, sisa potongan kayu mebel, dan lain-lain
6. Dedaunan, baik itu hasil penebangan atau rontokan alami
7. Limbah pabrik kulit
8. Bangkai hewan dan sebagainya

## **Bahaya Sampah Organik**

Ironisnya, sampah organik sering diabaikan dan dianggap aman karena bisa terurai. Memang benar bahwa sampah organik mampu terurai secara alami, tapi sampah organik juga memiliki potensi untuk merusak lingkungan. Bagaimana bisa?

### **1. Memproduksi Gas Metana**

Ledakan di TPA Leuwigajah yang telah dipaparkan di atas menjadi salah satu bukti nyata. Bahwa sampah organik yang menumpuk bisa menimbulkan ledakan, karena tidak mendapatkan cukup paparan oksigen. Akibatnya, metagenen terus terakumulasi dalam jumlah besar dan terperangkap di dalam tanah. Saat di ambang batas, sampah meledak dengan kekuatan layaknya bom besar. Itu pun belum termasuk dengan sifat gas metana yang mudah terbakar. Tak heran jika sering terjadi kebakaran di area tempat pembuangan sampah secara tiba-tiba.

### **2. Aneka Penyakit Berbahaya**



Faktanya, tumpukan sampah organik adalah habitat yang paling disukai oleh hewan-hewan seperti tikus, lalat, kecoa dan nyamuk. Deretan hewan yang bisa membawa aneka penyakit menular melalui aneka bakteri dan virus. Selain itu juga masih banyak penyakit yang berpotensi untuk menular melalui sampah organik. Misal seperti penyakit tetanus yang bisa menjangkit, ketika ada sampah logam yang melukai kulit dan terkontaminasi oleh aneka bakteri. Penyakit lainnya juga risikonya lebih tinggi dengan adanya tumpukan sampah organik.

### **3. Memicu Global Warming**

Sampah organik memang aman jika terbuka dan menyatu kembali ke alam. Masalahnya, lebih banyak sampah organik yang hanya menumpuk saja di tempat pembuangan akhir tanpa sirkulasi oksigen dan tidak terurai. Pada akhirnya molekul itu lepas ke udara menjadi gas metana yang 21 kali lebih berbahaya bagi lapisan ozon dibanding karbon dioksida karena menyerap panas lebih banyak. Dimana berikutnya berefek pada perubahan iklim yang lebih serius bagi kehidupan manusia di bumi.

## Lalu Apa Solusinya?

Sampah organik menjadi berbahaya karena tidak diolah dengan baik dan benar. Karenanya pengolahan sampah adalah solusi yang paling efektif untuk menghindarkan kita dari ancaman-ancaman di atas. Berikut ini adalah beberapa langkah yang bisa kita lakukan untuk ‘mengamankan’ sampah organik:

### 1. Memisahkan sampah organik dan anorganik

Ini menjadi langkah pertama yang efektif untuk mencegah penumpukan gas metana yang berbahaya. Kamu sediakan tempat yang terpisah untuk sampah organik dan sampah anorganik yang sulit terurai seperti plastik, kaca dan logam. Dengan begitu, akumulasi gas metana lebih terkendali dan bahkan bisa Kamu manfaatkan kembali atau kirim ke bank sampah.

### 2. Membuatnya menjadi kompos



Step kedua yang juga sangat bagus untuk Kamu lakukan dalam mengolah sampah organik adalah dengan membuatnya menjadi kompos. Sampah pada akhirnya bisa Kamu pakai lagi untuk pupuk tanaman kesayangan, alih-alih hanya menumpuk di TPA dan menjadi bom waktu.

Caranya juga gampang kok! Kamu bisa membeli wadah atau ember komposter dan menjadikannya sekaligus sebagai tempat sampah organik. Ketika sudah terkumpul cukup banyak, sampah organik tersebut diolah menjadi kompos dan ditambah dengan bioaktivator. Rumah Kamu pun bisa bebas dari bau busuk tong sampah karena sampah sudah sepenuhnya anorganik dan kering!

Jadi apakah Kamu akan diam saja, saat bahaya sampah organik mengancam lingkunganmu?

Sumber: Bahaya Sampah Organik, Ancaman Besar Bagi Bumi Kita! - Sustaination <https://share.google/1mITMkXcikJNZCwZ7>

**Setelah membaca artikel di atas, jawablah pertanyaan dibawah ini**

1. Mengapa sistem pengelolaan sampah di Indonesia masih belum efektif dalam mengolah sampah organik, sehingga masih banyak sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA)?

---

---

---

---

---

---

2. Bagaimana dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh gas metana yang dihasilkan oleh sampah organik di TPA, dan apa yang dapat dilakukan untuk menguranginya?

---

---

---

---

---

---

3. Berdasarkan informasi dalam artikel, simpulkan faktor utama yang menyebabkan rendahnya kepedulian masyarakat terhadap pengelolaan sampah organik dan jelaskan alasan yang mendukung kesimpulanmu!

---

---

---

---

---

---

4. Bagaimana peran pemerintah dalam mengelola sampah organik, dan apa saja kebijakan yang telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini?

---

---

---

---

---

---

5. Berdasarkan artikel, simpulkan inovasi teknologi pengolahan sampah organik yang paling berpotensi diterapkan di Indonesia dan jelaskan alasan ilmiah serta manfaat ekonominya!

---

---

---

---

---

---



### Bio Reading

Cermatilah artikel berikut ini!

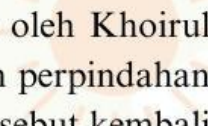
Inferensi  
Transformation

### APA ITU DAUR BIOGEOKIMIA? BERIKUT JENIS DAN FUNGSINYA

Daur biogeokimia yang sudah berjalan selama jutaan tahun lamanya berperan penting dalam ekosistem dan kehidupan di Bumi. Daur ini termasuk ke dalam pembahasan ilmu ekologi yang berkaitan dengan korelasi organisme dan lingkungan hidupnya. Menurut laman Encyclopedia Britannica, biogeokimia berkaitan dengan proses biologi, geologi, dan kimia yang berhubungan menjalankan suatu siklus. Untuk memahami lebih jauh terkait daur biogeokimia, berikut penjelasan lengkapnya.

#### Pengertian Daur Biogeokimia

Istilah biogeokimia berasal dari kata "bio" yang berarti biosfer, "geo" yang berarti komponen geologi dan "kimia" yang berarti unsur-unsur yang bergerak melalui suatu siklus.



Dikutip dari buku Biologi tentang Ekosistem yang disusun oleh Khoirul Huda (2020), daur biogeokimia adalah suatu siklus yang melibatkan perpindahan senyawa kimia melalui organisme sebagai perantara dan senyawa tersebut kembali lagi ke lingkungan fisiknya. Unsur-unsur dalam siklus biogeokimia mengalir dalam berbagai bentuk dari komponen biosfer yang tidak hidup (abiotik) ke komponen hidup (biotik) dan kembali lagi ke biosfer.

Daur biogeokimia selaras dengan hukum kekekalan massa dimana suatu materi tidak bisa hancur atau dibuat hanya saja berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Unsur-unsur dalam biogeokimia yang terjadi di kehidupan tidak mengalami perubahan dalam segi jumlah melainkan bentuknya saja yang berubah dari waktu ke waktu.

### **Fungsi Daur Biogeokimia**

Dilansir laman UCAR Center for Science Education, atom-atom yang menyusun dan membentuk tubuh makhluk hidup di bumi merupakan bagian dari siklus biogeokimia. Seperti unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosfor (P), dan belerang (S). Unsur-unsur di atas merupakan bagian dari daur biogeokimia yang berfungsi untuk membangun jaringan tubuh hingga membran sel guna mempertahankan fungsi fisiologis makhluk hidup.

### **Jenis-jenis Daur Biogeokimia**

Daur biogeokimia mencakup lima siklus alami di Bumi yaitu daur air, daur karbon, daur nitrogen, daur fosfor, dan daur sulfur. Berikut penjelasannya yang perlu kamu pahami:

- **Daur atau Siklus Air**

Air dari area atau wilayah berbeda akan menguap, mendingin, mengembun dan jatuh kembali ke bumi sebagai hujan. Siklus biogeokimia ini bertanggung jawab untuk menjaga kondisi cuaca. Air dalam berbagai bentuknya berinteraksi dengan lingkungan dan mengubah suhu dan tekanan atmosfer.

- **Daur atau Siklus Karbon**

Daur karbon adalah salah satu siklus biogeokimia mendaur ulang unsur karbon sebagai penyusun tubuh makhluk hidup. Unsur karbon yang di daur ulang dari makhluk hidup yang mati akan digunakan oleh makhluk hidup yang lain. Contohnya tumbuhan hijau, ketika mati, terkubur ke dalam tanah yang akan diubah menjadi bahan bakar fosil yang terbuat dari karbon. Bahan bakar fosil ini ketika dibakar, melepaskan karbon dioksida ke atmosfer.

Di sisi lain, hewan yang mengkonsumsi tumbuhan, memperoleh karbon yang tersimpan di dalam tumbuhan. Karbon ini dikembalikan ke atmosfer ketika hewan-hewan ini membusuk setelah kematian. Karbon juga kembali ke lingkungan melalui respirasi seluler oleh hewan.

- **Daur atau Siklus Nitrogen**

Daur nitrogen adalah tahapan perpindahan nitrogen di alam melalui bagian biotik atau abiotik dalam suatu ekosistem. Siklus ini juga disebut sebagai proses konversi senyawa nitrogen menjadi bentuk kimiawi yang lain. Nitrogen bergerak perlahan melalui siklus dan disimpan di reservoir seperti atmosfer, organisme hidup, tanah, dan lautan. Sebagian besar nitrogen di Bumi ada di atmosfer. Sekitar 80% molekul di atmosfer bumi terbuat dari dua atom nitrogen yang terikat bersama ( $N_2$ ).

Semua tumbuhan dan hewan membutuhkan nitrogen untuk membuat asam amino, protein dan DNA, tetapi nitrogen di atmosfer tidak dalam bentuk yang dapat mereka gunakan.

- **Daur atau Siklus Fosfor**

Dalam siklus biogeokimia ini, fosfor bergerak melalui hidrosfer, litosfer, dan biosfer. Fosfor diekstraksi oleh pelapukan batuan. Karena hujan dan erosi, fosfor hanyut di tanah dan badan air. Tumbuhan dan hewan memperoleh fosfat ini melalui tanah dan air dan tumbuh. Mikroorganisme juga membutuhkan fosfor untuk pertumbuhannya.

Ketika tumbuhan dan hewan mati mereka membusuk, dan fosfor yang tersimpan dikembalikan ke tanah dan badan air yang lagi dikonsumsi oleh tumbuhan dan hewan dan siklus berlanjut.

- **Daur atau Siklus Sulfur**

Daur biogeokimia ini bergerak melalui batuan, badan air, dan sistem kehidupan. Sulfur dilepaskan ke atmosfer oleh pelapukan batuan dan diubah menjadi sulfat. Sulfat ini diambil oleh mikroorganisme dan tanaman dan diubah menjadi bentuk organik. Sulfur organik dikonsumsi oleh hewan melalui makanan. Ketika hewan mati dan membusuk, belerang dikembalikan ke tanah, kemudian diperoleh oleh tanaman dan mikroba, dan siklus berlanjut.

Sumber: Apa Itu Daer Biogeokimia? Berikut Jenis dan fungsinya  
<https://share.google/tq4Mnnfnlyhh0Z1er>



### **PENGOMPOSAN DENGAN METODE BERKELEY**

Metode ini dikembangkan oleh University of California, Berkeley, merupakan teknik pengomposan yang cepat, efisien, bersuhu tinggi yang akan menghasilkan kompos berkualitas tinggi dalam 18 hari. Persyaratan pengomposan panas dengan metode Berkley adalah sebagai berikut:

- Temperatur kompos dijaga antara 55-65 derajat Celcius
- Keseimbangan C: N (karbon: nitrogen) dalam bahan pengomposan kira-kira 25-30: 1
- Tinggi tumpukan kompos sekitar 1,5m
- Jika bahan pengomposan mengandung karbon tinggi, maka harus dihancurkan terlebih dahulu
- Kompos dibalik dari luar ke dalam dan sebaliknya agar tercampur rata

Kompos dibuat dengan mencampur bahan-bahan dan meletakkannya secara bergantian antara lapisan tipis “hijau” dan “cokelat”. Basahi tumpukan kompos sehingga meneteskan air dari dasar tumpukan dan biarkan tumpukan selama 4 hari, jangan dibalik. Pada hari ke 5, balikkan tumpukan kompos dari bagian luar ke dalam, dan sebaliknya. Pastikan kelembapan tetap konstan dan mengujinya dengan memeras segenggam bahan kompos, yang seharusnya hanya mengeluarkan satu tetes air, atau hampir meneteskan setetes. Biarkan tumpukan kompos selama 4 hari, jangan dibalik. Pada hari ke 7 dan ke 9, ukur suhu pada bagian tengah tumpukan kompos. Tumpukan kompos harus mencapai suhu maksimumnya pada hari-hari ini. Proses pengomposan panas harus mencapai suhu optimal 55-65 ° C. Pada suhu di atas 65 ° C, sebuah “jamur” putih akan menyebar melalui kompos, yang sebenarnya merupakan sejenis bakteri pengomposan termofilik anaerobik, sering salah disebut sebagai ‘hawar api’. Bakteri ini muncul ketika kompos menjadi terlalu panas, lebih dari 65 ° C dan kekurangan oksigen, dan menghilang ketika suhu turun dan bakteri pengomposan aerobik mengambil alih sekali lagi. Suhu mencapai puncak pada 6-8 hari dan secara bertahap mendingin pada hari ke 18. Balikkan tumpukan kompos setiap hari kedua (pada hari ke 6 dan hari ke 8) dan biarkan kompos beristirahat selama sehari setelah dibalikkan. Pada hari ke 11 sampai ke 17, terus membalikkan kompos setiap hari ke-2 (pada hari ke 11, 13, 15 dan hari ke 17) dan istirahatkan selama sehari setelah dibalik.

Pada hari ke 18, kompos yang sudah siap dipanen akan menjadi hangat, berwarna coklat tua, dan berbau. Ketika cacing tanah ditemukan pada kompos, itu tandanya sudah selesai dan siap, karena cukup dingin untuk cacing tanah dan karena disana penuh nutrisi.

Sumber: Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan » Jenis-Jenis Metode Pembuatan Kompos

<https://share.google/HjKc2SsqeDlbqfe6>



## Bio Reading

## Inferensi Transformation

Baca dan cermati jurnal, artikel, dan video yang relevan melalui sumber terpercaya sebagai referensi pendukung gagasan pemecahan permasalahan yang Anda tuliskan Berikut beberapa jurnal, artikel, dan video relevan yang dapat digunakan sebagai referensi untuk membuktian percobaan pemecahan masalah.



Membuat Kompos  
dari Sampah  
Organik



Cara Membuat  
Pupuk Kompos  
Menggunakan  
Sampah Organik  
Rumah Tangga



Daur ulang sampah  
organik menjadi  
kompos

Link: <https://share.google/fum0AyurziOKT5o0e>

Link: <https://share.google/em0fLSAjB3ee2Gu89>

Link: <https://share.google/MOE2i8MiWHRa1aAqm>