Merdeka Mengajar

Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Berbasis Project-Based Learning untuk Melatihkan Literasi Sains

PERUBAHAN LINGKUNGAN

Kegiatan 1: Mengenali Perubahan Lingkungan

KELAS X
FASE E
GANJIL

Mata Pelajaran : Biologi
Topik : Pencemaran sebagai Bentuk Perubahan Lingkungan
Alokasi Waktu : 2 x 45 menit
Pertemuan ke : 1 dan 2 (3 JP)

Penyusun: Mufidah Anjeli Nirmalasari
Dra. Herlina Fitrihidajati, M.Si

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan 1:

Mengenali Perubahan Lingkungan

GREEN-START Menentukan pertanyaan mendasar

10 Menit

Pernahkah kamu mengamati lingkungan di sekitarmu? Mulai dari lingkungan tempat tinggal, sekolah, hingga tempat lain yang sering kamu kunjungi. Atau pernahkah kamu membandingkan perubahan dari lingkungan yang biasa kamu amati dalam beberapa waktu terakhir? Apa yang menyebabkan perubahan lingkungan? Untuk menggali informasi lebih lanjut, simak video di bawah ini melalui QR-Code yang tertera!

Scan aku

https://youtu.be/YUopPupUkGU?si=Jt2_IZmll5RBRMAy

1. Berdasarkan video tersebut, apa yang dimaksud dengan perubahan lingkungan?

2. Apa saja yang menjadi faktor penyebab perubahan lingkungan berdasarkan penjelasan pada video tersebut? Sebutkan contoh-contohnya!

3. Apa saja dampak dari perubahan lingkungan berdasarkan penjelasan pada video tersebut?

LIVEWORKSHEETS

GREEN-EXPLORE

Menentukan pertanyaan mendasar

30 Menit

Apakah kamu sudah cukup memahami mengenai apa itu perubahan lingkungan setelah menonton video sebelumnya? Sekarang, kamu bisa mengeksplorasi lebih banyak materi perubahan lingkungan, contohnya yaitu mengena pencemaran lingkungan. Tonton video-video di bawah ini agar kamu lebih menguasai materi perubahan lingkungan!

Scan aku

https://youtu.be/hfNx8EpECoI?si=pDqNcy4gBMB0dF6B

Scan aku

https://youtu.be/8wiQPh6ubqU?si=IPzMvVTJDURiiw6g

Scan aku

https://youtu.be/JpMiQzW3WxY?si=jHz6TWgVd3XK1ZIb

Scan aku

https://youtu.be/yAqZRw31VRY?si=Jn5f2nsdw8Z9pUfK

GREEN-NEWS

Menentukan pertanyaan mendasar

15 Menit

Bacalah artikel di bawah ini untuk menambah wawasanmu terhadap masalah pencemaran yang banyak terjadi di lingkungan sekitar!

Sampah Makan Bergizi Gratis (MBG) Menjadi Tantangan Baru di Sekolah

Program Makan Bergizi Gratis (MBG), yang dimulai dari awal tahun 2025, telah dirancang untuk meningkatkan kualitas gizi peserta didik melalui penyediaan makanan sehat di sekolah. Faktanya, di berbagai daerah, pelaksanaan program ini memunculkan persoalan baru berupa meningkatnya sisa makanan (*food waste*) yang belum dikelola secara optimal. Masalah ini menjadi perhatian karena sekolah pada umumnya belum memiliki sistem khusus untuk menangani limbah makanan yang dihasilkan setiap hari sehingga sisa makanan menumpuk berpotensi menimbulkan masalah kebersihan serta pencemaran lingkungan.

LIVEWORKSHEETS

Salah satu penyebab munculnya sampah makanan dari program MBG adalah ketidaksesuaian menu dengan selera siswa. Meskipun makanan yang disajikan telah memenuhi kebutuhan gizi, tidak semua siswa menyukai jenis makanan yang diberikan. Makanan yang tidak dikonsumsi kemudian berakhir menjadi limbah. Pengamat pangan menilai bahwa keberhasilan program MBG tidak hanya ditentukan oleh kandungan gizinya, tetapi juga oleh tingkat penerimaan siswa terhadap menu yang disajikan. Ketika makanan tidak sesuai dengan preferensi siswa, potensi *food waste* akan meningkat dan tujuan program menjadi kurang optimal.

Di beberapa sekolah, salah satunya di Kota Bontang, sejumlah wali murid telah mengeluhkan banyaknya makanan yang tersisa karena tidak disukai siswa. Bahkan muncul laporan bahwa sebagian sisa makanan dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena jumlahnya cukup banyak. Kondisi ini menunjukkan bahwa makanan yang seharusnya memberikan manfaat gizi justru berubah menjadi limbah akibat tidak habis dikonsumsi.Meningkatnya jumlah sisa makanan berakhir menjadi dilema yang harus ditanggung pihak sekolah. Di satu sisi, sekolah ingin mengurangi pemborosan makanan, namun di sisi lain, siswa tidak dapat dipaksa untuk menghabiskan makanan yang tidak sanggup atau tidak ingin mereka konsumsi. Beberapa laporan menunjukkan adanya keluhan dari orang tua mengenai tekanan kepada siswa untuk menghabiskan makanan agar tidak tersisa. Padahal, pemaksaan yang dilakukan tidak menjadi terbaik untuk mengatasi masalah sampah makanan.

Dengan kondisi dan permasalahan yang terus berlangsung tanpa ada tindak lanjut pengelolaan yang baik, jumlah sampah organik dari program MBG akan terus meningkat. Sisa nasi, sayur, buah, dan lauk yang dibuang setiap hari dapat membusuk dan menghasilkan bau tidak sedap serta menarik kehadiran serangga dan hewan pengganggu. Selain itu, pembusukan sampah organik juga dapat menghasilkan gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap permasalahan lingkungan. Maka dari itu, pengelolaan sisa makanan menjadi bagian penting dalam keberlanjutan program MBG.

Sumber data bacaan di atas dapat kamu akses melalui QR-Code di bawah ini!

Scan aku

Scan aku

Scan aku

https://www.kompas.com/tren/read/2025/09/17/101500865/mbg-tidak-sesuai-selera-anak-picu-food-waste-pengamat-beri-catatan-untuk?page=all
https://pranala.co/warta/keluhan-mbg-bontang-murid-dipaksa-habis-sisa-makanan-buat-ternak
https://www.tempo.co/politik/sampah-makan-bergizi-gratis-jadi-masalah-baru-di-sekolah-1765359

LIVEWORKSHEETS

Jawablah pertanyaaan-pertanyaan di bawah ini berdasarkan informasi yang sudah kamu dapatkan dari artikel-artikel sebelumnya! MENJELASKAN FENOMENA ILMIAH

1. Apa saja permasalahan yang dapat kamu identifikasi dari literatur dan artikel-artikel yang tercantum sebelumnya?

2. Mengapa sisa makanan dapat menjadi masalah bagi lingkungan sekolah?

3. Bagaimana dampaknya jika sisa makanan terus menumpuk setiap hari di sekolah?

4. Apakah sisa makanan dari program MBG hanya dianggap sebagai sampah, atau masih dapat dimanfaatkan kembali? Berikan pendapatmu!

5. Apa yang dapat dilakukan warga sekolah untuk mengelola sampah organik dari sisa makanan MBG? Berikan solusi terbaikmu!

LIVEWORKSHEETS

Food Waste dan Dampaknya terhadap Lingkungan

Pernahkah kalian melihat makanan yang masih layak dimakan tetapi berakhir di tempat sampah? Kondisi tersebut dikenal sebagai *food waste* atau sampah makanan. *Food waste* dapat terjadi di berbagai tempat, termasuk di rumah, restoran, maupun sekolah. Salah satu penyebabnya adalah porsi makanan yang terlalu banyak, makanan yang tidak sesuai selera, atau kurangnya kesadaran untuk menghabiskan makanan yang telah diambil.

Sekilas, membuang sisa makanan mungkin terlihat sebagai masalah kecil. Namun, jika dilakukan oleh banyak orang setiap hari, jumlah sampah makanan yang dihasilkan akan sangat besar. Sampah makanan yang menumpuk di tempat pembuangan akan mengalami pembusukan oleh mikroorganisme yang kemudian menghasilkan gas metana (CH_4). Gas metana termasuk ke dalam gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Fakt lain menyebutkan bahwa, sampah makanan yang dibuang ke tempat pembuangan akhir menjadi salah satu sumber utama emisi metana karena bahan organik mudah terurai dan menghasilkan gas dalam jumlah besar.

Selain menyebabkan pencemaran udara, food waste juga dapat mencemari tanah dan air. Saat sisa makanan membusuk, akan terbentuk cairan hasil pembusukan yang disebut lindi (*leachate*). Cairan ini mengandung berbagai senyawa organik dan nutrien yang dapat meresap ke dalam tanah atau mengalir ke badan air. Jika tidak dikelola dengan baik, lindi dapat menurunkan kualitas tanah, mencemari air tanah, serta mengganggu keseimbangan ekosistem perairan.

Makanan yang terbuang tidak hanya menyebabkan pencemaran, namun juga menyebabkan sumber daya yang digunakan untuk memproduksinya ikut terbuang sia-sia. Akibatnya, eksploitasi sumber daya alam terus meningkat untuk memenuhi kebutuhan pangan baru. Permasalahan *food waste* juga dapat ditemukan di lingkungan sekolah, misalnya dari sisa makanan kantin atau Program Makan Bergizi Gratis (MBG). Makanan yang tidak habis dikonsumsi akan menjadi sampah organik yang jumlahnya terus bertambah setiap hari. Jika tidak dikelola dengan baik, sampah tersebut dapat menimbulkan bau tidak sedap, mengundang lalat dan hama, serta meningkatkan risiko pencemaran lingkungan sekolah.

Sumber data bacaan di atas dapat kamu akses melalui QR-Code di bawah ini!

https://environment-indonesia.com/penyebab-food-waste-dan-dampaknya/
https://nusantics.com/id/blog/dampak-sisa-makanan-yang-dibuang-terhadap-lingkungan
https://wastecinternational.com/bahaya-limbah-makanan/

Scan aku Scan aku Scan aku

LIVEWORKSHEETS

Pengomposan

Pengomposan merupakan proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme menjadi kompos yang kaya unsur hara dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Pengomposan dapat memberi "kesempatan kedua" kepada sampah organik agar dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk yang bernilai guna bagi tanaman dan lingkungan. Selain mengurangi volume sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA), pengomposan juga membantu mengembalikan unsur hara ke dalam tanah sehingga mendukung pertanian yang lebih berkelanjutan.

Proses pengomposan berlangsung melalui aktivitas mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan aktinomiset yang memecah senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Agar proses dekomposisi berlangsung optimal, diperlukan kondisi yang sesuai menyangkut ketersediaan oksigen, kelembapan, ukuran bahan, dan perbandingan karbon serta nitrogen yang seimbang. Pengomposan yang mendekati fase kematangan ditandai oleh perubahan warna menjadi cokelat kehitaman, tekstur remah, dan aroma seperti tanah humus.

Dalam praktiknya, proses pengomposan sering kali dipercepat dengan penambahan aktivator. Aktivator adalah bahan yang mengandung mikroorganisme atau senyawa tertentu yang berfungsi mempercepat penguraian bahan organik. Penggunaan aktivator membantu meningkatkan jumlah mikroorganisme pengurai sehingga waktu pengomposan menjadi lebih singkat dibandingkan pengomposan alami tanpa aktivator. Selain mempercepat proses dekomposisi, aktivator juga dapat membantu menghasilkan kompos dengan kualitas yang lebih baik. Aktivator yang umum digunakan untuk pembuatan kompos antara lain EM4 (*Effective Microorganism* 4), MOL (mikroorganisme lokal) maupun dari kompos lain dicampurkan dengan kotoran ternak. Aktivator yang berbeda tentu berengaruh pada hasil kompos dan kecepatan pengomposan.

Sumber data bacaan di atas dapat kamu akses melalui QR-Code di bawah ini!

Scan aku Scan aku Scan aku

https://sustaination.id/macam-macam-panen-kompos/
https://distankan.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/aktivator-untuk-membuat-kompos-47
https://pusakaindonesia.id/bumi-lestari/4-faktor-yang-memengaruhi-keberhasilan-kompos/

LIVEWORKSHEETS

GREEN-EXPLORE

Mendesain perencanaan proyek

20 Menit

Simak video-video yang dapat diakses melalui QR-Code di bawah ini untuk mengetahui lebih lanjut mengenai metode pengomposan dengan bantuan berbagai macam aktivator.

Scan aku

Tutorial Lengkap Pengomposan

Scan aku

Penggunaan EM4

Scan aku

Pembuatan Media dari Galon

Scan aku

Tutorial Lengkap Pembuatan MOL

Scan aku

Fungsi Penambahan MOL

Scan aku

Manfaat Air Lindi

GREEN-KNOWLEDGE

Mendesain perencanaan proyek

5 Menit

Indikator Keberhasilan Pengomposan

Indikator keberhasilan pengomposan yang pertama dilihat dari **perubahan warna.** Selama proses dekomposisi, bahan organik yang awalnya masih terlihat seperti bentuk aslinya akan mengalami perubahan menjadi cokelat tua hingga kehitaman. Warna tersebut menunjukkan bahwa bahan organik telah terurai dan mendekati kondisi humus. Selain warna, **aroma kompos** juga dapat digunakan sebagai indikator. Kompos yang matang tidak lagi mengeluarkan bau menyengat atau bau busuk, melainkan berbau seperti tanah atau humus.

Indikator keberhasilan berikutnya adalah dari **tekstur kompos**. Kompos yang telah matang memiliki tekstur remah, gembur, dan mudah hancur ketika diremas. Sebaliknya, apabila bahan penyusunnya masih mudah dikenali atau teksturnya masih kasar, proses pengomposan kemungkinan belum selesai. Selain itu, **suhu kompos** yang telah matang akan menurun dan mendekati suhu lingkungan. Penurunan suhu menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme pengurai sudah berkurang karena sebagian besar bahan organik telah terdekomposisi.

Scan aku

LIVEWORKSHEETS

GREEN-KNOWLEDGE

Mendesain perencanaan proyek

5 Menit

Tahukah kamu? Kompos yang baik tidak hanya dilihat dari apakah sampah sudah berubah menjadi warna gelap. Kompos perlu mengalami proses penguraian yang cukup hingga sifatnya menyerupai tanah dan aman digunakan. Kematangan kompos dapat dilihat berdasarkan standar SNI 19-7030-2004.

Indikator	Standar SNI	Patokan Sederhana
Warna	Kehitaman	Berwarna gelap seperti tanah
Bau	Berbau tanah	Tidak berbau busuk/menyengat
Suhu	Mendekati suhu tanah	Tidak terasa panas saat disentuh
Rasio C/N	10–20	Menunjukkan bahan organik sudah cukup terurai
pH	6,80–7,49	Mendekati netral
Kadar Air	Maks. 50%	Tidak terlalu basah
Bahan Organik	27–58%	Masih mengandung bahan organik yang bermanfaat
Ukuran Partikel	0,55–25 mm	Tidak berupa potongan yang terlalu besar
Bahan Asing	Maks. 1,5%	Tidak banyak plastik, kaca, logam, atau karet
Kemampuan Mengikat Air	Min. 58%	Mampu menyimpan air

Adaptasi dari SNI 19-7030-2004.

LIVEWORKSHEETS

GREEN-SOLUTION Mendesain perencanaan proyek

20 Menit

Berdasarkan hasil analisis dari permasalahan dan jawaban pertanyaan-pertanyaan sebelumnya, rancanglah sebuah solusi berupa pembuatan proyek pengomposan untuk mengatasi masalah *food waste* yang berpotensi mencemari lingkungan. Rancangan dapat disusun dengan ketentuan berikut ini:

- Menentukan tujuan proyek
- Menentukan sumber daya berupa alat dan bahan yang dibutuhkan
- Menentukan strategi penelitian berupa langkah-langkah kegiatan proyek
- Menentukan pembagian tugas tiap anggota kelompok untuk pengerjaan proyek

MERENCANAKAN PENYELIDIKAN ILMIAH

1. Tuliskan tujuan proyek yang akan kamu lakukan.

2. Tuliskan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek yang akan kamu

3. Tuliskan langkah kerja pelaksanaan proyek yang akan kamu lakukan.

LIVEWORKSHEETS

4. Tuliskan pembagian tugas tiap anggota kelompok dalam pelaksanaan proyek yang akan dilakukan. Usahakan untuk pembuatan kompos di awal dilakukan oleh seluruh anggota kelompok, sedangkan untuk pengamatan dan dokumentasi dapat dilakukan secara bergantian. Tiap anggota harus bertanggung jawab melaksanakan tugasnya.

Nama Anggota	Tugas

GREEN-SCHEDULE Menyusun jadwal

20 Menit

Buatlah jadwal pengerjaan proyek dengan mengisi tabel di bawah ini berdasarkan hasil diskusi dengan anggota kelompokmu. MERENCANAKAN PENYELIDIKAN ILMIAH

No.	Waktu (Hari dan Tanggal)	Rincian Kegiatan	Penanggung Jawab

LIVEWORKSHEETS

No.	Waktu (Hari dan Tanggal)	Rincian Kegiatan	Penanggung Jawab

Tiap kegiatan dapat didokumentasikan agar proses pengerjaan proyek dapat dipantau oleh guru. Dokumentasi tiap kelompok dalam satu kelas dapat diunggah di *google document* yang dapat diakses melalui QR-Code di samping.

Scan aku

LIVEWORKSHEETS