



ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)

E-MODUL BERBASIS SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES (SSI)

Tema Food Loss and Food Waste



RIA NAENA FEBRIANA

Dosen Pembimbing :

1. Dwi Indah Suryani, M.Pd.
2. Annisa Novianti Taufik, M.Pd.

JURUSAN PENDIDIKAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta telah memberikan kesempatan, kekuatan, kesabaran, dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan "E-Modul Berbasis *Socio-Scientific Issues* Pada Tema *Food Loss and Food Waste* Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP."

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, e-modul berbasis SSI ini disusun mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh. Model keterpaduan pada tema *food loss and food waste* menggunakan model keterpaduan *webbed*. E-modul ini mengacu pada tahapan pendekatan *Socio-Scientific Issues* dan indikator kemampuan berpikir kritis. Sehingga setiap kegiatan pembelajarannya harus dapat melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

Dalam penyusunan e-modul berbasis SSI ini penulis menyadari sepenuhnya akan adanya kekurangan tanpa adanya bantuan, bimbingan dan saran dari berbagai pihak. Apresiasi dan terima kasih yang setinggi-tingginya, disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah berpartisipasi dan memberikan dukungan kepada penulis.

Akhir kata, penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam e-modul ini. Kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga e-modul berbasis SSI ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, pembaca dan masyarakat umum. Aamiin.

Serang, 01 Februari 2023

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL	v
PETUNJUK PEMBELAJARAN	xi
KOMPETENSI INTI & KOMPETENSI DASAR	xii
MODEL KETERPADUAN <i>WEBBED</i>	xiv
PETA MATERI	xv
<i>SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES (SSI)</i>	xvi
Deskripsi Tema	1
Kegiatan Pembelajaran 1	4
Kegiatan Pembelajaran 2	23
Kegiatan Pembelajaran 3	43
Kegiatan Pembelajaran 4	62
GLOSARIUM	79
KUNCI JAWABAN DAN PENSKORAN	80
DAFTAR PUSTAKA	81
PROFIL PENULIS	84



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pencemaran Tanah	6
Gambar 1.2 Pencemaran Udara	7
Gambar 1.3 Pencemaran Air	7
Gambar 2.1 Ilustrasi Pemanasan Global	25
Gambar 2.2 Pembakaran Sampah	26
Gambar 3.1 Produk Bioteknologi Pangan	45
Gambar 3.2 Pembuatan <i>Eco Enzyme</i>	45
Gambar 3.3 Bioteknologi Pertanian	46
Gambar 4.1 Teknik Pembuatan Biogas Sederhana	64
Gambar 4.2 Biogas	64
Gambar 4.3 Biogas Sederhana	65



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Tabel Diskusi Kegiatan Pembelajaran 1	17
Tabel 1.2.	Tabel Pertanyaan/Penyataan untuk Refleksi	20
Tabel 2.1.	Tabel Diskusi Kegiatan Pembelajaran 2	37
Tabel 2.2.	Tabel Pertanyaan/Penyataan untuk Refleksi	40
Tabel 3.1.	Tabel Diskusi Kegiatan Pembelajaran 3	36
Tabel 3.2.	Tabel Pertanyaan/Penyataan untuk Refleksi	39
Tabel 4.1.	Tabel Diskusi Kegiatan Pembelajaran 4	73
Tabel 4.2.	Tabel Pertanyaan/Penyataan untuk Refleksi	76



PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL



Sebelum kamu menggunakan e-modul berbasis SSI tema *Food Loss and Food Waste*, kamu perlu membaca bagian petunjuk ini. Mengapa diperlukan? Karena ini merupakan petunjuk untuk mengoperasikan e-modul dengan baik dan benar. Di bawah ini merupakan fungsi-fungsi dari fitur tombol (*button*) yang terletak di atas sebelah kanan e-modul.

Selamat mempelajari!



First Page



Previous Page



Next Page



Last Page



Share



Download



Print



Zoom button



Full screen



Search text



Sound off/on

PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL

Sebelum kamu menggunakan e-modul ini, kamu perlu membaca bagian petunjuk ini. Jika kamu ingin memperoleh manfaat yang maksimal dari e-modul ini tentu merupakan tindakan yang bijak jika kamu benar-benar memerhatikan dan memahami bagian petunjuk penggunaan e-modul ini.

Selamat mempelajari!

KOMPETENSI INTI & KOMPETENSI DASAR

Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar terdiri dari KI dan KD pada tema yang akan dipelajari.

Model Keterpaduan Webbed adalah model yang digunakan pada tema yang akan dipelajari.

MODEL KETERPADUAN WEBBED

PETA MATERI

Peta Materi menjelaskan keterkaitan setiap materi yang akan dipelajari secara sistematis.

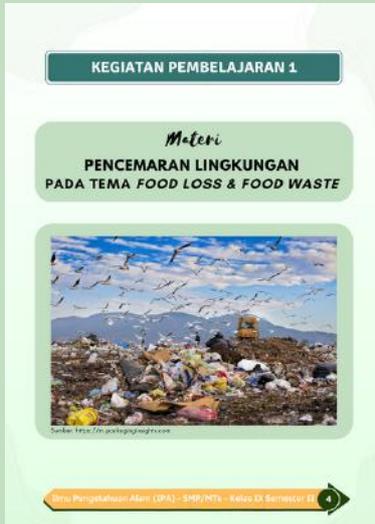
Socio-Scientific Issues (SSI) menyajikan informasi terkait pendekatan pembelajaran SSI yang digunakan dalam e-modul ini.

SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES (SSI)

DESKRIPSI TEMA

Deskripsi Tema adalah bagian awal sebelum kamu mempelajari beberapa kegiatan pembelajaran. Pada bagian ini, kamu diajak untuk memahami tema.

PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL



Bagian ini merupakan **awal dari setiap kegiatan pembelajaran** yang memuat beberapa aktivitas siswa berdasarkan tahapan SSI yang diintegrasikan dengan kemampuan berpikir kritis.

Berisi **judul** dan **gambar** dari masing-masing materi yang akan dipelajari pada tema.

Kompetensi Dasar (KD) menyajikan penjelasan singkat materi yang dibahas pada setiap kegiatan pembelajaran, yang harus dipahami oleh guru IPA dan siswa.



Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) adalah penjabaran kemampuan yang harus dimiliki siswa pada setiap materi.



Tujuan Pembelajaran menyajikan kemampuan yang harus dimiliki siswa melalui setiap kegiatan pembelajaran dalam e-modul ini.



PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL



Materi Inti

Materi Inti menyajikan materi singkat di setiap kegiatan pembelajaran dengan menambahkan gambar agar lebih mudah dipahami.

Problem Analysis adalah tahap 1 dari pendekatan SSI.

1

Problem Analysis

Analisis Masalah

"Analisislah!" merupakan rangkaian kegiatan pembelajaran serta melatih KBK siswa yaitu *analysis* (analisis).



Analisislah!

2

Clarification of Science

Klarifikasi Sains



Tahukah Kamu?

Clarification of Science adalah tahap 2 dari pendekatan SSI.

"Tahukah Kamu?" merupakan rangkaian kegiatan pembelajaran serta melatih KBK siswa yaitu *explanation* (penjelasan) & *self-regulation* (mengatur diri).

Refocus on Socio-Scientific Dilemma adalah tahap 3 dari pendekatan SSI.

3

Refocus on Socio-Scientific Dilemma

Fokus Kembali Pada Isu Sosiosaintifik

"Ayo Jelaskan!" merupakan rangkaian kegiatan pembelajaran serta melatih KBK siswa yaitu *explanation* (penjelasan) & *self-regulation* (mengatur diri).



Ayo Jelaskan!

PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL



"**Ayo Lakukan!**" melatih KBK siswa yaitu *explanation* (penjelasan).



"**Beri Kesimpulanmu!**" melatih KBK siswa yaitu *inference* (kesimpulan).



"**Info Sains!**" merupakan serangkaian info yang berkaitan dengan tema pada e-modul ini.

Role Play adalah tahap 4 dari pendekatan SSI yang terdiri dari beberapa rangkaian kegiatan pembelajaran yang melatih KBK siswa.

"**Mari Menganalisis!**" melatih KBK siswa yaitu *analysis* (analisis).



"**Ayo Berdiskusi!**" melatih KBK siswa yaitu *interpretation* (interpretasi).



Meta-Reflective Activity adalah tahap 5 dari pendekatan SSI yang terdiri dari rangkaian kegiatan pembelajaran serta melatih KBK siswa.

PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL

"**Ayo, Kita Renungkan!**" melatih KBK siswa yaitu *evaluation* (evaluasi) dan *self-regulation* (mengatur diri).



Evaluasi menyajikan soal-soal untuk melatih KBK siswa setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran.

Rangkuman menyajikan ringkasan materi untuk setiap kegiatan pembelajaran.



Glosarium menyajikan kumpulan kata atau istilah yang diurutkan secara alfabet dengan tujuan untuk menjelaskan arti dari kata tersebut.

Bagian ini menyajikan **kunci jawaban dan pedoman penskoran** dari setiap kegiatan pembelajaran.



Daftar Pustaka menyajikan sumber-sumber rujukan yang digunakan dalam penulisan e-modul ini.

PETUNJUK PEMBELAJARAN



Bagi Guru

1. Sebelum menerapkannya dalam pembelajaran, guru diharapkan untuk melihat petunjuk serta materi yang terdapat pada e-modul berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI).
2. Guru diharapkan membagi siswa ke dalam beberapa kelompok terlebih dahulu untuk proses pengerjaan kegiatan belajar dalam e-modul ini.
3. Guru diharapkan dapat menjelaskan tujuan dari penggunaan e-modul ini dengan tepat dan jelas.
4. Biarkanlah siswa berkreasi dengan e-modul ini di dalam pembelajaran, namun tetap menjaga ketenangan dan efektivitas pembelajaran.
5. Dalam proses pembelajaran, guru berperan sebagai fasilitator, mediator serta tutor bila dibutuhkan.

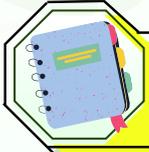


Bagi Siswa

1. Berdo'alah sebelum mulai menggunakan e-modul berbasis *Socio-Scientific Issues* tema *food loss and food waste* ini.
2. Lakukanlah kegiatan pembelajaran pada e-modul berbasis SSI ini secara mandiri sesuai petunjuk dan secara berkelompok sesuai dengan pembagian kelompok oleh gurumu.
3. Bacalah kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dari penggunaan e-modul berbasis SSI ini.
4. Amatilah konten yang disajikan didalam video, gambar, serta artikel sebagai bahan untuk kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada e-modul ini.
5. Ikutilah semua kegiatan pembelajaran yang terdapat pada e-modul berbasis SSI tema *food loss and food waste*.
6. Siapkanlah alat dan bahan untuk melakukan unjuk kerja sesuai petunjuk pada kegiatan pembelajaran.
7. Jawablah pertanyaan-pertanyaan yang disajikan pada kegiatan evaluasi (*quiz* berbasis *google form*).
8. Buatlah kesimpulan berdasarkan hasil kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan.



KOMPETENSI INTI & KOMPETENSI DASAR



Kompetensi Inti (KI)

KI - 1 Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya.

KI - 2 Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri, dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya.

KI - 3 Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata.

KI - 4 Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori.



Kompetensi Dasar (KD)

Kelas VII

3.8 Menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem

4.8 Membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan.

Kelas VII

3.9 Menganalisis perubahan iklim dan dampaknya bagi ekosistem

4.9 Membuat tulisan tentang gagasan adaptasi/penanggulangan masalah perubahan iklim.

KOMPETENSI INTI & KOMPETENSI DASAR

Kelas IX

3.7 Menerapkan konsep bioteknologi dan perannya dalam kehidupan manusia

4.7 Membuat salah satu produk bioteknologi konvensional yang ada di lingkungan sekitar.

Kelas IX

3.10 Menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlanjutan kehidupan

4.10 Menyajikan karya tentang proses dan produk teknologi sederhana yang ramah lingkungan



MODEL KETERPADUAN *WEBBED*

Pencemaran Lingkungan KD 3.8 dan 4.8 Kelas VII

- Pencemaran udara, air, dan tanah
- Dampak pencemaran bagi ekosistem

LINGKUNGAN

Perubahan Iklim KD 3.9 dan 4.9 Kelas VII

- Pemanasan global
- Penyebab terjadinya perubahan iklim
- Dampak perubahan iklim bagi ekosistem

IPBA

*Food Loss
and
Food Waste*

BIOLOGI

Bioteknologi dan Produksi Pangan KD 3.7 dan 4.7 Kelas IX

- Penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia

BIOLOGI

Proses dan Produk Teknologi Ramah Lingkungan KD 3.10 dan 4.10 Kelas IX

- Aplikasi teknologi ramah lingkungan untuk keberlanjutan kehidupan

PETA MATERI



SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES (SSI)

Pendekatan

SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES (SSI)

Apa itu *Socio-Scientific Issues* (SSI)?

- *Socio-Scientific Issues* (SSI) adalah isu yang global yang sedang terjadi dan menjadi permasalahan di kehidupan. Misalnya masalah lingkungan seperti global warning dan perubahan iklim yang menjadi permasalahan di dunia (Andryani et al., 2016).



Pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) merupakan salah satu pendekatan yang berupaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan melaksanakan pembelajaran yang mengaitkan suatu isu-isu yang ada di kehidupan sehari-hari agar pembelajaran lebih bermakna (Sari et al., 2021).

Apa saja langkah-langkah Pendekatan SSI?

Menurut Pitporntapin & Topcu (2016)

- 1** *Problem Analysis* (Analisis Masalah)
- 2** *Clarification of Science* (Klarifikasi Sains)
- 3** *Refocus on Socio-Scientific Dilemma*
- 4** *Role Play* (Permainan Peran)
- 5** *Meta-Reflective Activity* (Kegiatan Meta-Reflektif)

E-modul berbasis *Socio-Scientific Issues* merupakan bahan ajar elektronik yang berbasis pendekatan pembelajaran dengan memuat berbagai isu-isu sosio-saintifik dalam kegiatan pembelajarannya.

DESKRIPSI TEMA

Tema

FOOD LOSS & FOOD WASTE



Apakah kamu tahu bahwa setiap tahunnya ada begitu banyak makanan yang dibuang karena tidak terpakai? Ini disebut dengan **food loss and food waste**.



Sumber: [canva.com](https://www.canva.com)

Kita semua suka makan, tetapi tahukah kamu bahwa banyak makanan yang kita makan terbuang sia-sia? Apakah kamu tahu bahwa setiap tahunnya miliaran ton makanan terbuang dan tidak dimanfaatkan? Apakah kamu pernah berpikir bahwa setiap kali kamu membuang makanan yang masih bisa dimakan, itu berkontribusi pada isu **food loss and food waste**?

Isu ini adalah isu global yang dapat kita atasi dengan langkah-langkah kecil di sekitar kita. Mari kita belajar tentang **food loss and food waste**, yaitu keadaan di mana makanan dibuang atau tidak dimanfaatkan dengan baik.

Peran siswa dalam mengurangi **food loss and food waste** :

- Menjaga dan mengelola makanan dengan benar
- Mengurangi pembelian makanan yang tidak diperlukan
- Menggunakan teknologi untuk mengelola makanan yang tidak terpakai
- Meningkatkan kesadaran lingkungan dan sosial dengan mengedukasi teman dan keluarga tentang pentingnya pengelolaan makanan yang benar.

DESKRIPSI TEMA



Definisi



A. Food Loss

Food loss adalah kehilangan atau kerugian pada segala tahapan produksi, pasca panen, dan pasca produksi dari sektor pertanian hingga ke konsumen akhir.

B. Food Waste

Food waste adalah makanan yang seharusnya dikonsumsi tetapi akhirnya dibuang karena kadaluwarsa, rusak, atau kurang diminati.

Contoh *food loss* adalah ketika petani tidak berhasil memanen seluruh hasil panen mereka karena masalah teknis atau alam, seperti kerusakan pada tanaman atau cuaca buruk, sehingga sebagian besar produk pertanian yang sebenarnya bisa dikonsumsi tidak dapat diambil atau dipasarkan. Hal ini bisa terjadi pada berbagai jenis tanaman, seperti padi, jagung, buah-buahan, dan sayuran.

Contoh *food waste* adalah sisa makanan yang dibuang karena telah kadaluwarsa, tidak lagi layak untuk dikonsumsi, atau sisa makanan yang tidak dimakan dan dibuang ke tempat sampah. Contohnya adalah sayuran yang sudah layu, roti yang basi, daging yang telah kadaluwarsa, atau nasi yang sudah mengeras.

Food loss and food waste adalah dua konsep yang berbeda tetapi seringkali dianggap sama.

Perbedaan antara *food loss and food waste* adalah bahwa *food loss* terjadi sebelum makanan sampai ke konsumen akhir, sedangkan *food waste* terjadi setelah makanan sampai ke konsumen akhir.

DESKRIPSI TEMA



Penyebab

Beberapa penyebab *food loss and food waste* antara lain:

- Kesalahan dalam proses produksi dan pasca panen.
- Tidak adanya fasilitas dan teknologi untuk mengelola produksi dan pasca panen.
- Kurangnya kesadaran dan edukasi pada konsumen tentang pengelolaan makanan yang benar.



Dampak

Food loss and food waste memiliki dampak negatif pada berbagai aspek kehidupan, antara lain:

- Pencemaran lingkungan dan emisi gas rumah kaca
- Penurunan ekonomi dan sosial
- Ketidakseimbangan nutrisi pada masyarakat yang membutuhkan
- Menghabiskan sumber daya alam dan energi yang tidak perlu



Upaya

Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi *food loss and food waste* antara lain:

- Peningkatan teknologi dan infrastruktur di sektor pertanian dan pangan
- Peningkatan kesadaran dan edukasi pada konsumen tentang pengelolaan makanan yang benar
- Pemanfaatan teknologi bioteknologi dan pertanian untuk mengurangi limbah produksi dan memanfaatkan sisa-sisa sayur dan buah sebagai bahan baku produk pangan.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Materi

PENCEMARAN LINGKUNGAN PADA TEMA *FOOD LOSS & FOOD WASTE*



Sumber: <https://m.packaginginsights.com>

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1



Kompetensi Dasar

Kelas VII

- 3.8 Menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem
- 4.8 Membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan.



Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

- 3.8.1 Mengidentifikasi terjadinya pencemaran udara, air, dan tanah akibat *food loss and food waste*
- 3.8.2 Menghubungkan penyebab terjadinya pencemaran udara, air, dan tanah dengan fenomena *food loss and food waste*
- 3.8.3 Menguraikan dampak pencemaran lingkungan bagi ekosistem akibat fenomena *food loss and food waste*
- 4.8.1 Membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu mengidentifikasi terjadinya pencemaran udara, air, dan tanah akibat *food loss and food waste* melalui gambar yang disajikan dalam e-modul dengan benar.
2. Siswa mampu menghubungkan penyebab terjadinya pencemaran udara, air, dan tanah dengan fenomena *food loss and food waste* melalui link video yang disajikan dalam e-modul dengan tepat.
3. Siswa mampu menguraikan dampak pencemaran lingkungan bagi ekosistem akibat fenomena *food loss and food waste* melalui artikel yang disajikan dalam e-modul dengan kritis.
4. Melalui kegiatan kelompok, siswa mampu membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya setelah siswa melakukan pengamatan sampah makanan dengan penuh tanggung jawab.

Materi Inti

A. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah merupakan suatu keadaan tanah yang tercemar bahan kimia buatan manusia dan mengubah lingkungan tanah alami. Pencemaran tanah dapat terjadi karena air limbah dari tempat penimbunan sampah dan sampah makanan. **Keterkaitan antara isu *food loss & food waste* dengan materi **pencemaran tanah**** yaitu pada sampah makanan yang menumpuk di TPA. Sampah tersebut akan memengaruhi kondisi tanah di lingkungan sekitar. Selain itu tekstur, struktur, warna, serta pH tanah dapat tercemar oleh adanya sampah tersebut.



Gambar 1.1 Pencemaran Tanah
<https://www.suara.com>

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1



Materi Inti

B. Pencemaran Udara

Pencemaran udara merupakan kondisi udara yang mengandung senyawa kimia dalam jumlah banyak dan berdampak buruk bagi makhluk hidup. Ada dua faktor penyebab pencemaran udara di antaranya yaitu aktivitas alam dan manusia. Aktivitas manusia meliputi, asap pembakaran sampah, asap industri, dan asap rokok.



Gambar 1.2 Pencemaran Udara
<https://economictimes.indiatimes.com>

Keterkaitan isu *food loss & food waste* dengan materi **pencemaran udara** yaitu gas CO_2 dan gas CH_4 (gas metana) yang dihasilkan pada saat pembakaran sampah di tempat pembuangan akhir (TPA) yang terdiri dari sampah organik dan anorganik. Gas CO_2 dan gas metana merupakan salah satu emisi gas rumah kaca yang dapat menyebabkan pencemaran udara.

C. Pencemaran Air



Gambar 1.3 Pencemaran Air
<https://envilife.co.id>

Pencemaran air adalah kondisi air yang tidak sesuai dengan sifat air atau kualitas air menurun. Pencemaran air dapat **berkaitan dengan isu *food loss & food waste*** karena sampah organik yang menumpuk di tempat pembuangan akhir (TPA) akan mengalami pembusukan karena mudah terurai dan menghasilkan air lindi yang memiliki bau busuk. Air lindi berpontesi mencemari tanah, air tanah, sumur, dan sungai di sekitarnya. Ketika air tanah tercemar maka akan berdampak pada kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

1

Problem Analysis

Analisis Masalah



Analisislah!

Analisislah gambar (a) dan video (b) yang ada di bawah ini!



Sumber: <https://m.packaginginsights.com>

(a) Gambar

Video dapat diakses juga melalui *YouTube* dengan klik *link* berikut:

<https://youtu.be/dliJHzmDQo8>

Video dapat diakses dengan *scan QR code* di bawah ini:



(b) Video

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

1

Problem Analysis

Analisis Masalah

Berdasarkan analisis gambar dan video di atas, jawablah pertanyaan berikut secara mandiri!

Bagaimana isu *food loss & food waste* dapat menjadi penyebab terjadinya pencemaran tanah, udara, dan air?

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdCHMc uVJ8leXVhekqZhjAyK9jcqvDP67vTXke6eySqYMJIUw/viewform?usp=pp_url



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

2

Clarification of Science

Klarifikasi Sains



Tahukah Kamu?

Sisa makanan yang terbuang sia-sia dapat menyebabkan pencemaran tanah, udara, dan air?

Data dari *Economist Intelligence Unit* (EIU) menyatakan bahwa Indonesia menduduki peringkat ke 2 terbesar setelah Arab Saudi untuk kategori *food waste and food loss* (limbah bahan makanan terbuang). Sisa makanan ini berdampak negatif pada lingkungan dan iklim, karena kontribusinya terhadap karbon dioksida dan metana yang dihasilkan.

A. Pencemaran Tanah

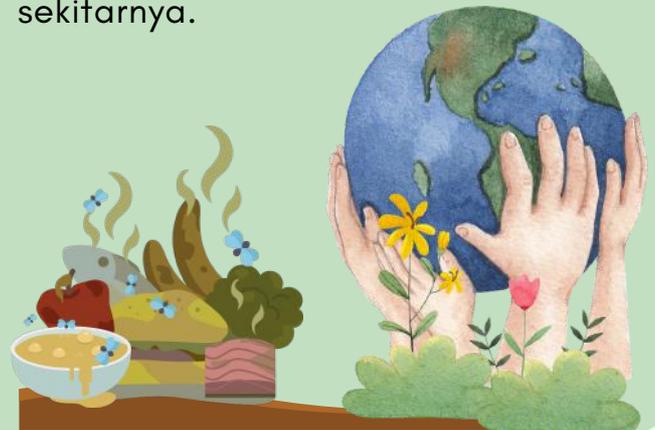
Sisa makanan atau bahan pangan yang terbuang sia-sia di TPA akan membusuk di tanah yang menyebabkan kerusakan pada tekstur, struktur, warna, serta pH tanah. Hal ini mengakibatkan tanah menjadi tidak subur.

B. Pencemaran Udara

Pembakaran sampah sisa makanan atau bahan pangan yang terbuang di TPA akan menghasilkan gas CO_2 yang dapat menyebabkan polusi udara. Hal ini berkaitan dengan perubahan iklim.

C. Pencemaran Air

Sampah organik termasuk sampah makanan yang menumpuk di TPA akan mengalami pembusukan karena mudah terurai dan menghasilkan air lindi. Air lindi berpontesi mencemari air tanah, sumur, dan sungai di sekitarnya.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

3

Refocus on Socio-Scientific Dilemma

Fokus Kembali Pada Isu Sosiosaintifik



Ayo Jelaskan!

Berdasarkan tahap klarifikasi sains, jelaskan kembali bagaimana keterkaitan *isu food loss & food waste* terhadap pencemaran lingkungan! (secara mandiri)

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeKvZF4IXs28Qult3vasTzh40oh8ZcPBNzM1A5v7hWuZzKUqg/viewform?usp=pp_url



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

4

Role Play

Permainan Peran



Mari Menganalisis!

Bersama dengan kelompokmu, analisislah artikel yang ada pada *link* atau *QR code* di bawah ini!



<https://cimsa.ui.ac.id/2020/11/09/food-waste-dan-pengaruhnya-terhadap-lingkungan/>

Artikel dapat kamu baca secara langsung di bawah ini!

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

4

Role Play

Permainan Peran

Bersama dengan kelompokmu, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut berdasarkan hasil analisis artikel yang telah dilakukan!

- 1 Mengapa pencemaran air, tanah, dan udara akibat *food loss & food waste* dapat berdampak terhadap aspek sosial dan ekonomi?
- 2 Apa dampak pencemaran air, udara, dan tanah akibat *food loss & food waste* terhadap kesehatan manusia?
- 3 Apa upaya pemerintah untuk mengurangi dampak pencemaran air, udara, dan tanah akibat *food loss & food waste*?
- 4 Bagaimana cara mendaur ulang limbah *food loss & food waste* agar tidak mencemari air, udara, dan tanah?

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdihr4Qi6vWnNGgCbsvAI0QgogNOkqltFqyqvnVE4Wil851ng/viewform?usp=pp_url

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

4

Role Play

Permainan Peran



Ayo Lakukan!

Judul Tugas: Gagasan Penyelesaian Masalah Pencemaran Lingkungan Akibat *Food Loss and Food Waste* Melalui Pengamatan di Lingkungan Sekitar



Deskripsi Tugas

- Bersama dengan teman kelompokmu, lakukanlah pengamatan di lingkungan sekitar (misalnya pasar, restoran, atau rumah makan) untuk mengidentifikasi permasalahan terkait *food loss and food waste* dan dampaknya terhadap lingkungan.
- Setiap kelompok menentukan lokasi, tujuan, dan alat pengamatan.
- Setelah melakukan pengamatan, setiap kelompok membuat tulisan berisi gagasan penyelesaian masalah pencemaran lingkungan akibat *food loss and food waste* yang telah diidentifikasi.



Apa yang kamu perlukan?



Lembar observasi untuk mencatat jenis makanan yang terbuang



Kamera HP untuk mengambil foto



Timbangan untuk mengukur berat sampah makanan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

4

Role Play

Permainan Peran



Apa yang harus kamu lakukan?

- Perhatikan dan catatlah jenis-jenis makanan yang dibuang di tempat sampah restoran atau rumah makan yang kalian kunjungi!
- Amatilah dengan seksama makanan yang dijual di pasar, apakah terdapat makanan yang terlihat layu atau tidak segar?
- Periksa produk-produk makanan di supermarket, apakah terdapat produk makanan yang sudah melewati tanggal kadaluarsa?
- Tinjaulah sisa makanan yang dihasilkan saat memasak di rumah, apakah terdapat makanan yang tidak dimakan dan dibuang?
- Identifikasilah proses pembuangan sampah di area sekitar, apakah ada upaya daur ulang atau pemisahan sampah organik dan non-organik?



Ayo Mengalisis Data!

Setelah kalian selesai melakukan pengamatan, analisislah data yang telah diperoleh. Kalian dapat mengelompokkan jenis makanan yang terbuang, mencari tahu penyebab terjadinya *food loss and food waste*, atau menghitung jumlah sampah makanan yang dihasilkan.



Buatlah Kesimpulan!

Setelah kalian menganalisis data, buatlah kesimpulan tentang permasalahan terkait *food loss and food waste* dan dampaknya terhadap lingkungan di lokasi yang telah diamati.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

4

Role Play

Permainan Peran



Buatlah tulisan berisi gagasan!

Setelah melakukan pengamatan, buatlah tulisan berisi gagasan penyelesaian masalah pencemaran lingkungan akibat *food loss and food waste* yang telah diidentifikasi. Tulisan yang dibuat oleh kelompok harus berisi:

1. Deskripsi tentang permasalahan *food loss and food waste* yang diamati.
2. Dampak pencemaran lingkungan yang terjadi akibat *food loss and food waste*.
3. Gagasan penyelesaian masalah yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan *food loss and food waste* serta dampak pencemaran lingkungan.
4. Contoh tindakan yang dapat dilakukan oleh masyarakat dalam mengurangi *food loss and food waste*.

Tulisan dapat dibuat dalam bentuk artikel, poster, atau video yang kreatif. Setiap kelompok harus mempresentasikan tulisan yang telah dibuat kepada seluruh siswa dan guru di kelas.



Link Pengumpulan Tugas

Setelah selesai, *upload* hasil tugas akhir yang berupa artikel, poster, atau video ke *link google drive* berikut! (untuk setiap perwakilan kelompok)

https://drive.google.com/drive/folders/1_Of2Z2nzEb2Gs1Dp9ADs-LqimDx06pb9?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

4

Role Play

Permainan Peran



Ayo Berdiskusi!

Ayo berdiskusi bersama dengan teman kelompok yang lain mengenai hasil tulisan yang ada pada tahap "Ayo Lakukan!"

Berdasarkan hasil diskusi kelompok, isilah tabel 1.1 di bawah ini!

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa yang menjadi penyebab terjadinya <i>food loss and food waste</i> di lingkungan sekitar yang diamati?	
2.	Bagaimana dampak <i>food loss and food waste</i> terhadap lingkungan di lingkungan sekitar yang diamati?	
3.	Apa yang dapat dilakukan oleh masyarakat atau pengelola usaha untuk mengurangi <i>food loss and food waste</i> di lingkungan sekitar yang diamati?	
4.	Bagaimana peran kita sebagai konsumen dalam mengurangi <i>food loss and food waste</i> di lingkungan sekitar yang diamati?	
5.	Apa yang dapat dilakukan pemerintah untuk mengatasi permasalahan <i>food loss and food waste</i> di lingkungan sekitar yang diamati?	

Buatlah tabel pada buku tulismu, lalu *scan* dan hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf*! (perwakilan anggota kelompok)

https://drive.google.com/drive/folders/1KqJASPDblpB0n0MZWn--HIP7RDtK6E-?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

4

Role Play

Permainan Peran



Beri Kesimpulanmu!

Berdasarkan setiap tahapan SSI yang terdapat pada kegiatan pembelajaran 1, beri kesimpulanmu pada kolom di bawah ini!

Tuliskan kesimpulanmu pada buku tulis, lalu *scan* dan hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf!* (secara mandiri)

https://drive.google.com/drive/folders/1uuzM3BvC9W6Z6AppdwZDEZiu8VacObuZ?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi



Info Sains



Sumber: canva.com

Pencemaran lingkungan akibat *food loss & food waste* terjadi karena sisa makanan yang tidak dimanfaatkan akan membusuk dan mengeluarkan gas metana. **Gas metana** ini termasuk dalam gas rumah kaca yang sangat berbahaya bagi lingkungan karena dapat menyebabkan pemanasan global.

Menurut laporan **Food and Agriculture Organization (FAO)** pada tahun **2019**, Indonesia mengalami kerugian sebesar 300 triliun rupiah akibat *food loss & food waste* setiap tahunnya. Kerugian tersebut tidak hanya dalam hal ekonomi, namun juga **berdampak pada lingkungan**, termasuk meningkatkan emisi gas metana.

Untuk **mengurangi dampak pencemaran lingkungan** akibat *food loss & food waste*, diperlukan upaya-upaya untuk mengelola sisa makanan secara bijak. Salah satunya adalah dengan mengolah sisa makanan menjadi kompos yang dapat digunakan sebagai pupuk organik. Dengan demikian, bukan hanya dapat mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga dapat memberikan manfaat untuk pertanian. Selain itu, juga penting untuk **meminimalkan food waste** dengan membeli makanan sesuai kebutuhan dan menyimpan makanan dengan benar agar tahan lebih lama.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi



Ayo, Kita Renungkan



Setelah **menyelesaikan kegiatan pembelajaran 1** pada tema ini tentu kamu sudah memahami banyak hal terkait pencemaran lingkungan. Kamu sudah memahami penyebab dan dampaknya. Sudah banyak lingkungan yang tercemar karena tumpukan sampah makanan. Tuhan telah menciptakan bumi dengan segala keindahannya, sehingga sudah menjadi kewajiban kita untuk menjaga lingkungan agar tetap terjaga. Salah satunya dengan tidak menyisakan makanan dan tidak membuang sampah makanan ke lingkungan seperti menumpuk di tanah dan air.

Bagaimana sikapmu setelah mempelajari materi tentang pencemaran lingkungan pada tema *food loss & food waste*? Coba kamu jawab pertanyaan di bawah ini dengan memberi centang (✓) pada tabel 1.2 di kolom 'ya' atau 'tidak'!

Tabel 1.2 Pernyataan/Pertanyaan untuk Refleksi Terkait Pencemaran Lingkungan Pada Tema *Food Loss & Food Waste*

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu berupaya mengurangi sampah makanan yang menumpuk di TPA, misalnya makan secukupnya dan tidak menyisakan makanan di piring?		
2	Apakah ketika kamu belanja ke pasar tidak hanya memilih buah dan sayuran yang masih segar saja?		
3	Setelah mengetahui dampak pencemaran tanah, udara dan air, apakah kamu akan terus berusaha mengurangi sampah makanan?		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan: Jawaban "**ya**" mendapat **skor 2 (dua)** dan jawaban "**tidak**" mendapat **skor 0 (nol)**.

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 2 : berarti kamu tidak peduli pada lingkunganmu.
- Skor 3 - 4 : berarti kamu kurang peduli pada lingkunganmu.
- Skor 5 - 6 : berarti kamu peduli pada lingkunganmu.

Untuk kamu yang tidak peduli atau kurang peduli terhadap lingkunganmu, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan kepedulianmu terhadap lingkunganmu.

Tuliskan jawaban Tabel 1.2 di atas dan *scan* jawabanmu, lalu hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf!* (secara mandiri)

https://drive.google.com/drive/folders/1wKH4Can56Ez75IxDzRXvPCRtGfBoZjqa?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1



Evaluasi

Kerjakan kuis kegiatan pembelajaran 1 dengan klik *link google form* atau *scan QR code* di bawah ini!



https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScCcBB-cS91DmpOdx3ohmLOnD4J6n8UYdl-3zAC35_MifhZmg/viewform?usp=pp_url



Rangkuman

- Pencemaran tanah merupakan suatu keadaan tanah yang tercemar bahan kimia buatan manusia dan mengubah lingkungan tanah alami.
- Pencemaran udara merupakan kondisi udara yang mengandung senyawa-senyawa kimia dalam jumlah banyak dan berdampak buruk bagi makhluk hidup seperti hewan dan tumbuhan, hingga berdampak pada kesehatan manusia.
- Pencemaran air adalah kondisi air yang tidak sesuai dengan sifat air dari keadaan normal atau kualitas air akan menurun.
- Isu *food loss & food waste* berdampak negatif pada lingkungan dan iklim, karena kontribusinyae terhadap karbon dioksida dan metana yang dihasilkan.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Materi

PERUBAHAN IKLIM PADA TEMA *FOOD LOSS & FOOD WASTE*



Sumber: <https://www.azocleantech.com>

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2



Kompetensi Dasar

Kelas VII

3.9 Menganalisis perubahan iklim dan dampaknya bagi ekosistem

4.9 Membuat tulisan tentang gagasan adaptasi/penanggulangan masalah perubahan iklim.



Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

3.9.1 Mengidentifikasi terjadinya pemanasan global akibat fenomena *food loss and food waste*

3.9.2 Menghubungkan penyebab terjadinya perubahan iklim dengan fenomena *food loss and food waste*

3.9.3 Mendiagnosis dampak perubahan iklim bagi ekosistem akibat fenomena *food loss and food waste*

4.9.1 Membuat tulisan tentang gagasan penanggulangan masalah perubahan iklim akibat fenomena *food loss and food waste*

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu mengidentifikasi terjadinya pemanasan global akibat fenomena *food loss and food waste* melalui gambar yang disajikan dalam e-modul dengan benar.
2. Siswa mampu menghubungkan penyebab terjadinya perubahan iklim dengan fenomena *food loss and food waste* melalui link video yang disajikan dalam e-modul dengan tepat.
3. Siswa mampu mendiagnosis dampak perubahan iklim bagi ekosistem akibat fenomena *food loss and food waste* melalui artikel yang disajikan dalam e-modul dengan kritis.
4. Melalui kegiatan kelompok, siswa mampu membuat tulisan tentang gagasan penanggulangan masalah perubahan iklim akibat fenomena *food loss and food waste* setelah siswa melakukan pengamatan sampah makanan dengan penuh tanggung jawab.

Materi Inti

A. Pemanasan Global

Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata atmosfer bumi dan lautan secara bertahap, dan sebuah perubahan iklim bumi. Salah satu tanda pemanasan global adalah peningkatan konsentrasi gas rumah kaca.

Keterkaitan antara isu *food loss & food waste* dengan materi pemanasan global yaitu gas metana dan gas CO₂ yang dihasilkan oleh pembusukan sampah makanan di TPA. Sehingga timbunan sampah makanan di TPA dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global.



Gambar 2.1 Ilustrasi Pemanasan Global
<https://segitiga8.files.wordpress.com>

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2



Materi Inti

B. Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim

Perubahan iklim dapat disebabkan oleh **aktivitas manusia** seperti pembakaran sampah yang menyebabkan jumlah gas rumah kaca ke atmosfer bumi meningkat. Beberapa **gas rumah kaca** yaitu **Karbon dioksida (CO₂)**, **Metana (CH₄)**, dan **Nitrogen dioksida (NO₂)**, **Nitrogen monoksida (NO)**, **Belerang dioksida (SO₂)**, dan **Klorofluorokarbon (CFC)**.

Peningkatan gas tersebut dapat menyebabkan jumlah panas yang tertahan di atmosfer bumi meningkat, sehingga panas dari matahari yang biasanya dipancarkan akan kembali ke angkasa. Hal ini akan menyebabkan efek rumah kaca dan berakibat pada perubahan iklim. Sehingga gas CO₂ dan gas CH₄ (metana) yang dihasilkan oleh pembusukan dan pembakaran sampah makanan di TPA dapat menjadi penyebab terjadinya perubahan iklim.

C. Dampak Perubahan Iklim Bagi Ekosistem



Gambar 2.2 Pembakaran Sampah
canva.com

Dampak perubahan iklim yaitu dapat menyebabkan penurunan kuantitas dan kualitas air, perubahan habitat serta punahnya spesies, berdampak pada kondisi kesehatan manusia, dapat memicu kemarau panjang, bencana alam seperti banjir akibat curah hujan yang tinggi, mencairnya es di kutub utara dan selatan, permasalahan kualitas dan kuantitas hutan, dapat **meningkatkan gas rumah kaca** akibat deforestasi.

Upaya mencegah terjadinya perubahan iklim salah satunya dengan tidak membuang sampah makanan. Agar sisa makanan tidak terbuang sia-sia dan membusuk di TPA maka perlu dilakukan **pengolahan sisa makanan** dengan konsep bioteknologi seperti *eco enzyme* dan dibuat menjadi biogas yang merupakan energi alternatif yang bermanfaat bagi manusia.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

1

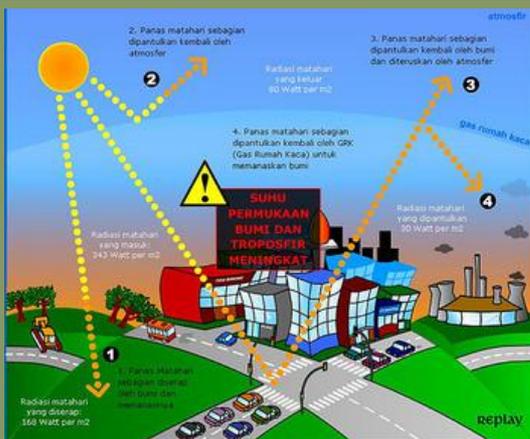
Problem Analysis

Analisis Masalah



Analisislah!

Analisislah gambar (a) dan video (b) yang ada di bawah ini!



Sumber: <https://ylki.or.id>

(a) Gambar

Video dapat diakses juga melalui *YouTube* dengan klik *link* berikut:

<https://youtu.be/X3YhkXOyiGU>

Video dapat diakses dengan *scan QR code* di bawah ini:



(b) Video

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

1

Problem Analysis

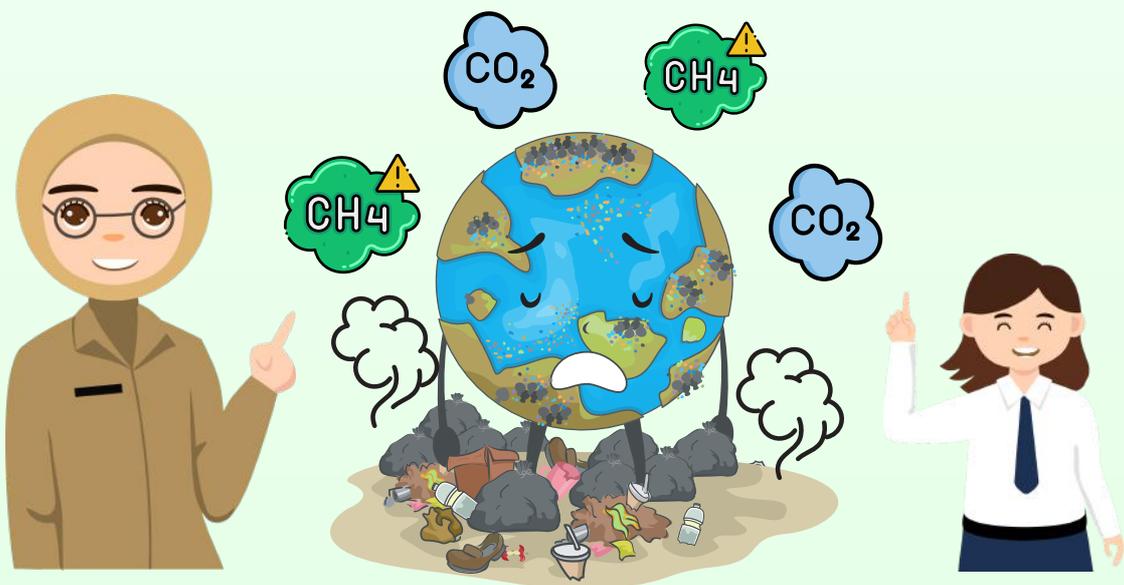
Analisis Masalah

Berdasarkan analisis gambar dan video di atas, jawablah pertanyaan berikut secara mandiri!

Bagaimana isu *food loss & food waste* dapat berdampak terhadap perubahan iklim?

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdabtYCKI0mjp57-Ti2TpWlbZBS6NFEQM4WaQVoIDZpBO78wQ/viewform?usp=pp_url



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

2

Clarification of Science

Klarifikasi Sains



Tahukah Kamu?

Sisa makanan yang menumpuk di TPA ternyata dapat menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim?

Ya, **sisa makanan yang menumpuk** di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) atau *landfill* dapat menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim. Hal ini terjadi karena ketika sampah organik, seperti sisa makanan, terurai di dalam TPA, akan terbentuk **gas metana** yang merupakan gas rumah kaca yang sangat berbahaya untuk lingkungan.

Gas metana dapat menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim dengan meningkatkan suhu di atmosfer bumi dan menyebabkan berbagai dampak negatif seperti peningkatan suhu global, banjir, kekeringan, dan bencana alam lainnya. Oleh karena itu, penanganan yang tepat terhadap sisa makanan dan sampah organik lainnya sangat penting untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Pemanasan global dapat menyebabkan peningkatan suhu rata-rata bumi, yang berdampak pada **perubahan iklim** seperti peningkatan intensitas cuaca ekstrem seperti banjir, kekeringan, dan badai yang lebih sering terjadi. Selain itu, perubahan iklim dapat mempengaruhi pola pertanian dan hasil panen, sehingga dapat memperburuk **isu pangan dunia**.

Dampak dari pemanasan global dan perubahan iklim akibat sampah makanan adalah **hilangnya habitat satwa liar** dan **kerusakan ekosistem**, karena perubahan suhu dan pola cuaca dapat mengganggu keseimbangan alam. Oleh karena itu, pengelolaan sampah makanan yang baik sangat penting untuk mengurangi dampak negatifnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

3

Refocus on Socio-Scientific Dilemma

Fokus Kembali Pada Isu Sosiosaintifik



Ayo Jelaskan!

Berdasarkan tahap klarifikasi sains, jelaskan kembali bagaimana keterkaitan *isu food loss & food waste* terhadap pemanasan global dan perubahan iklim! (secara mandiri)

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd6bOAG0Hfk4t0lqouwalnGhIbptnTgRIGCXhuhXfIY2PfyqQ/viewform?usp=pp_url



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

4

Role Play

Permainan Peran



Mari Menganalisis!

Bersama dengan kelompokmu, analisislah artikel yang ada pada *link* atau *QR code* di bawah ini!



<https://himiespa.feb.ugm.ac.id/quickie-fenomena-food-loss-dan-food-waste-di-sektor-pangan-global-catatan-terkait-kegagalan-pasar>

Artikel dapat kamu baca secara langsung di bawah ini!

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

4

Role Play

Permainan Peran

Bersama dengan kelompokmu, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut berdasarkan hasil analisis artikel yang telah dilakukan!

- 1 Bagaimana *food loss & food waste* memengaruhi emisi gas rumah kaca?
- 2 Mengapa dampak perubahan iklim yang disebabkan oleh *food loss & food waste* dapat memengaruhi sektor pangan di Indonesia?
- 3 Bagaimana dampak *food loss & food waste* terhadap ketersediaan air bersih dan keberlangsungan hidup makhluk hidup di sekitar kita?
- 4 Apa upaya konkret yang dapat dilakukan oleh individu maupun kelompok untuk membantu mengurangi *food loss & food waste* dan dampaknya terhadap perubahan iklim dan *global warming*?

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdSHgZvmfHaCYEL6irMMYGHmsiaEWIF-dccvdMvIYm72gpvOw/viewform?usp=pp_url

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

4

Role Play

Permainan Peran



Ayo Lakukan!

Judul: "*Food Loss and Food Waste: Gagasan Penanggulangan Masalah Perubahan Iklim di Lingkungan Sekitar*"



Deskripsi Tugas

- Bersama dengan teman kelompokmu, lakukanlah pengamatan di lingkungan sekitar (misalnya pasar, restoran, atau rumah makan) untuk mengidentifikasi permasalahan terkait *food loss & food waste* dan cara penanggulangan masalah perubahan iklim.
- Setiap kelompok menentukan lokasi pengamatan.
- Setelah melakukan pengamatan, setiap kelompok membuat tulisan (makalah) berisi gagasan penanggulangan masalah perubahan iklim akibat *food loss & food waste* yang telah diidentifikasi.



Apa yang kamu perlukan?



Lembar observasi untuk mencatat jenis makanan yang terbuang



Kamera HP untuk mengambil foto

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

4

Role Play

Permainan Peran



Apa yang harus kamu lakukan?

1. **Tentukan area pengamatan:** Tentukanlah area yang akan diamati, seperti pasar, restoran, atau rumah makan. Pastikan setiap kelompok sudah memiliki izin untuk mengamati di tempat tersebut.
2. **Observasi:** Amati dan catatlah jumlah makanan yang dibuang, seperti sisa makanan, sayur, atau buah yang tidak terjual. Amati juga kondisi lingkungan sekitar, seperti apakah ada pengolahan sampah yang baik atau tidak, apakah ada kebijakan pengurangan sampah makanan, dan sebagainya.
3. **Wawancara:** Jika memungkinkan, wawancarai pemilik pasar, restoran, atau rumah makan mengenai kebijakan mereka terkait pengurangan sampah makanan dan apakah mereka sadar akan dampak perubahan iklim yang diakibatkan oleh sampah makanan.
4. **Analisis:** Setelah mengumpulkan data, analisis data untuk menemukan faktor penyebab *food loss & waste* dan dampaknya terhadap lingkungan dan perubahan iklim.
5. **Menemukan solusi:** Setelah menemukan faktor penyebab dan dampaknya, kelompok dapat mencari solusi untuk mengurangi *food loss & food waste* dan mengurangi dampaknya terhadap perubahan iklim, seperti mengurangi pembelian makanan yang berlebihan, mendaur ulang sampah makanan, atau melakukan kampanye edukasi mengenai pentingnya pengurangan sampah makanan.
6. **Melaporkan hasil:** Setelah melakukan observasi, wawancara, analisis, dan menemukan solusi, kelompok dapat melaporkan hasil temuan dan solusi yang ditemukan berupa tulisan kepada guru dan teman-teman lainnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

4

Role Play

Permainan Peran



Buatlah tulisan berisi gagasan!

Setelah melakukan pengamatan, setiap kelompok membuat tulisan (diktik) berisi gagasan penanggulangan masalah perubahan iklim akibat *food loss & food waste* yang telah diidentifikasi. Tulisan yang dibuat oleh kelompok harus berisi:

I. Pendahuluan

- Latar belakang: Penjelasan mengenai *food loss & food waste* dan dampaknya terhadap perubahan iklim
- Tujuan: Menjelaskan gagasan-gagasan penanggulangan masalah *food loss & food waste* untuk mengurangi dampak perubahan iklim
- Manfaat: Menumbuhkan kesadaran siswa akan pentingnya mengurangi *food loss & food waste* dan dampak positifnya terhadap lingkungan dan perubahan iklim

II. Tinjauan Pustaka

- Penjelasan tentang perubahan iklim dan dampaknya terhadap lingkungan
- Penjelasan tentang *food loss & food waste* dan dampaknya terhadap perubahan iklim
- Gagasan-gagasan penanggulangan masalah *food loss & food waste* untuk mengurangi dampak perubahan iklim

III. Metode Pengamatan

- Penjelasan mengenai cara pengamatan di lingkungan sekitar untuk mengidentifikasi *food loss & food waste*
- Langkah-langkah pengamatan dan analisis data

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

4

Role Play

Permainan Peran



Buatlah tulisan berisi gagasan!

IV. Hasil Pengamatan

- Gambaran umum *food loss & food waste* di lingkungan sekitar
- Jenis makanan yang paling sering terbuang dan alasan terbuangnya

V. Gagasan Penanggulangan Masalah Perubahan Iklim melalui Pengurangan *Food Loss and Food Waste*

- Penjelasan tentang gagasan penanggulangan masalah *food loss & food waste* untuk mengurangi dampak perubahan iklim
- Contoh kebijakan yang diterapkan untuk mengurangi *food loss & food waste*
- Contoh program atau kegiatan yang dapat dilakukan di sekolah atau di masyarakat untuk mengurangi *food loss & food waste*

VI. Penutup

- Kesimpulan: Menjelaskan pentingnya mengurangi *food loss & food waste* sebagai cara penanggulangan masalah perubahan iklim
- Saran: Memberikan saran untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi siswa dalam mengurangi *food loss & food waste* di lingkungan sekitar
- Daftar Pustaka: Referensi yang digunakan dalam pembuatan tulisan



Link Pengumpulan Tugas

Upload hasil tugas akhir kalian berupa tulisan dalam bentuk *pdf* ke *link google drive* berikut! (untuk setiap perwakilan kelompok)

https://drive.google.com/drive/folders/1Hz1Wt7zW-Lg03Xy1URMqiBOln4HYHqzV?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

4

Role Play

Permainan Peran



Ayo Berdiskusi!

Ayo berdiskusi bersama dengan teman kelompok yang lain mengenai hasil tulisan yang ada pada tahap "Ayo Lakukan!"

Berdasarkan hasil diskusi kelompok, isilah tabel 2.1 di bawah ini!

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Bagaimana cara masyarakat dapat mengurangi jumlah makanan yang terbuang di rumah dan di tempat-tempat umum?	
2.	Apa saja solusi yang dapat diterapkan oleh restoran dan pasar untuk mengurangi <i>food loss & food waste</i> ?	
3.	Bagaimana cara daur ulang sampah makanan dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca?	
4.	Apa peran masyarakat dalam mengubah pola konsumsi untuk mengurangi <i>food loss & food waste</i> dan dampaknya terhadap perubahan iklim?	
5.	Apa dampak dari kampanye atau edukasi yang mengajarkan tentang <i>food loss & food waste</i> terhadap kesadaran masyarakat dalam mengurangi permasalahan perubahan iklim?	

Buatlah tabel pada buku tulismu, lalu *scan* dan hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf*! (perwakilan anggota kelompok)

https://drive.google.com/drive/folders/1aChjh0IN1w0XxXfCXDg9hz5NaNM3MY4k?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

4

Role Play

Permainan Peran



Beri Kesimpulanmu!

Berdasarkan setiap tahapan SSI yang terdapat pada kegiatan pembelajaran 2, beri kesimpulanmu pada kolom di bawah ini!

Tuliskan kesimpulanmu pada buku tulis, lalu *scan* dan hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf!* (secara mandiri)

https://drive.google.com/drive/folders/1mWpLINPo90oF-L8tQcYMG9vInYyi3rjq?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi



Info Sains



Sumber: canva.com

Permasalahan **food loss & food waste** tidak hanya memengaruhi ketahanan pangan, ekonomi, lingkungan dan perubahan iklim. *Food loss & food waste* dapat **menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca** seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen oksida (NO_2) yang berkontribusi pada pemanasan global dan perubahan iklim.

Menurut laporan Food and Agriculture Organization (FAO) tahun 2013, *food loss & food waste* menghasilkan sekitar 4,4 miliar ton emisi CO_2 setiap tahunnya, yang setara dengan emisi gas dari seluruh transportasi di seluruh dunia. Selain itu, sisa makanan yang membusuk di tempat pembuangan sampah akan menghasilkan emisi metana yang lebih kuat daripada CO_2 dalam hal memicu efek rumah kaca.

Salah satu **cara untuk mengurangi dampak** *food loss & food waste* pada lingkungan dan perubahan iklim adalah dengan mengurangi jumlah sampah makanan yang dibuang dan memanfaatkan sisa makanan untuk kompos atau pakan ternak.

Dalam mengurangi *food loss & food waste*, diperlukan **upaya dari berbagai pihak**, mulai dari produsen, pedagang, konsumen, hingga pemerintah. Perlu adanya kesadaran dan kerjasama antar semua pihak untuk mengatasi permasalahan *food loss & food waste* dan dampaknya pada lingkungan dan perubahan iklim.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi



Ayo, Kita Renungkan

Setelah **menyelesaikan kegiatan pembelajaran 2** pada tema ini tentu kamu sudah memahami banyak hal terkait pemanasan global dan perubahan iklim. Kamu sudah memahami penyebab dan dampaknya. Sudah banyak dampak yang terjadi karena adanya sampah makanan. Salah satu dampaknya yaitu dapat mengganggu ekosistem dan kesehatan manusia. Sehingga kamu harus menyadari dampak yang akan terjadi akibat adanya *food loss & food waste*.

Bagaimana sikapmu setelah mempelajari materi tentang pemanasan global dan perubahan iklim pada tema *food loss & food waste*? Coba kamu jawab pertanyaan di bawah ini dengan memberi centang (✓) pada tabel 2.2 di kolom "ya" atau "tidak"!

Tabel 2.2 Pernyataan/Pertanyaan untuk Refleksi Terkait Perubahan Iklim Pada Tema *Food Loss & Food Waste*

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu berupaya mengurangi dampak perubahan iklim, misalnya menyimpan sisa makanan dan tidak dibuang ke TPA?		
2	Apakah ketika kamu memiliki sisa sayur atau sayur yang hampir layu, kamu membuatnya menjadi kaldu sayur?		
3	Setelah mengetahui penyebab dan dampak pemanasan global serta perubahan iklim, apakah kamu akan terus berusaha mengurangi sampah makanan?		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan: Jawaban "**ya**" mendapat **skor 2 (dua)** dan jawaban "**tidak**" mendapat **skor 0 (nol)**.

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 2 : berarti kamu tidak peduli pada dampak terjadinya perubahan iklim.
- Skor 3 - 4 : berarti kamu kurang peduli pada dampak terjadinya perubahan iklim.
- Skor 5 - 6 : berarti kamu peduli pada dampak terjadinya perubahan iklim.

Untuk kamu yang tidak peduli atau kurang peduli terhadap dampak terjadinya perubahan iklim, sebaiknya kamu terus berusaha meningkatkan kepedulianmu dan mengurangi sampah makanan.

Tuliskan jawaban Tabel 2.2 di atas dan *scan* jawabanmu, lalu hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf!* (secara mandiri)

https://drive.google.com/drive/folders/1YpDooPIUR5mMYZ1hbtrDmhu3LOh6sB9?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2



Evaluasi

Kerjakan kuis kegiatan pembelajaran 2 dengan klik *link google form* atau *scan QR code* di bawah ini!



https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScfkqHqYfjpEuFuXtyVq31KgRRUf_KpJ9X-Yq9WmALsZo9HZw/viewform?usp=pp_url



Rangkuman

- Penyebab perubahan iklim yaitu emisi gas-gas yang menahan dan menyimpan panas seperti karbon dioksida (CO_2) yang berasal dari penumpukan sampah makanan. Ketika gas menumpuk, maka akan membuat Bumi kepanasan, mengubah iklim, dan mengancam lingkungan, kesehatan, dan ekonomi.
- Dampak perubahan iklim bagi ekosistem yaitu pada kondisi air, habitat, kesehatan, pertanian, hutan, dan pesisir.
- Limbah makanan yang ada di tempat pembuangan sampah akan menghasilkan gas metana yang merupakan emisi gas rumah kaca (GRK) yang menyebabkan terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

Materi

BIOTEKNOLOGI & PRODUKSI PANGAN PADA TEMA *FOOD LOSS & FOOD WASTE*



Sumber: <https://www.istockphoto.com>

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Kompetensi Dasar

Kelas IX

- 3.7 Menerapkan konsep bioteknologi dan perannya dalam kehidupan manusia
- 4.7 Membuat salah satu produk bioteknologi konvensional yang ada di lingkungan sekitar.



Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

- 3.7.1 Menghubungkan konsep bioteknologi serta perannya di bidang pangan dan pertanian dengan *food loss and food waste*
- 4.7.1 Membuat *eco enzyme* dari sisa sayur dan buah sebagai upaya mengurangi dampak *food loss and food waste*



Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu menghubungkan konsep bioteknologi serta perannya di bidang pangan dan pertanian dengan *food loss and food waste* melalui gambar yang disajikan dalam e-modul dengan benar.
2. Melalui kegiatan kelompok, siswa mampu membuat *eco enzyme* dari sisa sayur dan buah sebagai upaya mengurangi dampak *food loss and food waste* setelah siswa melakukan pengamatan sampah makanan dengan penuh tanggung jawab.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Materi Inti

Penerapan Bioteknologi Dalam Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia

1. Bioteknologi Pangan

Bioteknologi pangan adalah bioteknologi yang digunakan untuk menghasilkan produk makanan dengan memanfaatkan mikroorganisme. Beberapa produk bioteknologi di bidang pangan yaitu keju, roti, *yoghurt*, tapai, kecap, tempe, dan minuman beralkohol.



Gambar 3.1 Produk Bioteknologi Pangan
<https://pak.pandani.web.id>

Keterkaitan isu *food loss & food waste* dengan materi bioteknologi pangan yaitu pada produk yang dihasilkan. Beberapa produk makanan bioteknologi dapat menggunakan bahan mentah sisa yang masih layak diolah dan untuk dikonsumsi. Seperti singkong atau beras ketan yang dapat diolah menjadi tapai kedelai diolah menjadi tempe atau kecap, sawi hijau yang diolah menjadi sayur asin, dan sawi putih dan lobak diolah menjadi kimchi.

2. Bioteknologi Pertanian

Penerapan bioteknologi dalam bidang pertanian salah satunya yaitu pembuatan *eco enzyme*. Limbah organik yang berasal dari rumah tangga seperti sayur dan buah dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair atau *eco enzyme*.



Gambar 3.2 Pembuatan *Eco Enzyme*
canva.com

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Materi Inti

Manfaat *eco enzyme* dari sampah rumah tangga seperti sayuran dan buah yaitu untuk mengatasi permasalahan sampah makanan. Selain itu, *eco enzyme* dapat digunakan untuk pupuk tanaman, pembersih lantai, dan desinfektan. Sehingga dalam hal ini, pembuatan *eco enzyme* tidak hanya untuk mengatasi permasalahan sampah makanan tetapi dapat membantu pertanian dengan mengurangi bahan kimia yang merusak lingkungan.



Gambar 3.2 Bioteknologi Pertanian
<https://jasaseopremium.com>

Kemasan dari sampah makanan yang sudah terbuang dapat dimanfaatkan kembali untuk media tanam hidroponik. Pembuatan hidroponik sederhana dari botol bekas berperan dalam menjaga lingkungan karena limbah botol bekas tidak mudah terurai di dalam tanah. Sehingga pemanfaatan botol bekas makanan atau minuman sebagai media tanam dapat menjadi solusi untuk mengatasi isu *food loss & food waste*.



going →
ZERO
WASTE



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

1

Problem Analysis

Analisis Masalah



Analisislah!

Analisislah gambar (a) dan video (b) yang ada di bawah ini!



Sumber: <https://www.foxnews.com>

(a) Gambar

Video dapat diakses juga melalui *YouTube* dengan klik link berikut:

https://youtu.be/_YChroSanIM

Video dapat diakses dengan *scan QR code* di bawah ini:



(b) Video

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

1

Problem Analysis

Analisis Masalah

Berdasarkan analisis gambar dan video di atas, jawablah pertanyaan berikut secara mandiri!

Bagaimana penerapan konsep bioteknologi dalam bidang pangan dan pertanian untuk mengatasi isu *food loss & food waste*?

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeP9jaFbDr-pcEQyjHHU6e4HkXzvzNaIAIYFKB9IEpemrRv_w/viewform?usp=pp_url



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

2

Clarification of Science

Klarifikasi Sains



Tahukah Kamu?

Penerapan konsep bioteknologi dalam bidang pangan dan pertanian ternyata dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi isu *food loss & food waste*?

Ya, penerapan konsep bioteknologi dalam bidang pangan dan pertanian dapat menjadi solusi untuk mengatasi isu *food loss & food waste*. Bioteknologi dapat membantu meningkatkan produksi pangan dan mengurangi kerugian akibat penyimpanan dan transportasi yang tidak tepat. Beberapa contoh penerapan bioteknologi dalam mengatasi *food loss & food waste* antara lain:

1. **Penggunaan mikroorganisme probiotik:** Mikroorganisme probiotik dapat digunakan sebagai alternatif pengawet alami pada bahan pangan. Probiotik dapat membantu memperpanjang umur simpan bahan pangan dan mengurangi pembusukan sehingga dapat mengurangi *food waste*.
2. **Teknologi pengolahan makanan:** Bioteknologi dapat diterapkan pada teknologi pengolahan makanan untuk mengurangi *food waste*. Salah satu contohnya adalah teknologi pengolahan makanan menggunakan enzim yang dapat memperpanjang umur simpan makanan.
3. **Penggunaan insektisida alami:** Dengan menggunakan insektisida alami, tanaman dapat terjaga dari serangan hama sehingga hasil panen dapat lebih terjaga dan tidak terbuang sia-sia.
4. **Pemanfaatan limbah pangan:** Limbah pangan yang biasanya dianggap sebagai sampah dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk baru seperti pupuk organik, pakan ternak, dan bahan bakar alternatif. Dengan memanfaatkan limbah pangan ini, dapat mengurangi *food waste* dan memperoleh manfaat lain dari produk yang dihasilkan.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

3

Refocus on Socio-Scientific Dilemma

Fokus Kembali Pada Isu Sosiosaintifik

Penerapan konsep bioteknologi dalam bidang pangan dan pertanian dapat menjadi solusi untuk mengatasi isu *food loss & food waste*. Namun, penerapan ini perlu diimbangi dengan pengaturan yang baik dalam penggunaannya agar dapat memberikan manfaat yang maksimal dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.



Ayo Jelaskan!

Berdasarkan tahap klarifikasi sains, jelaskan kembali bagaimana keterkaitan *isu food loss & food waste* terhadap penerapan konsep bioteknologi dan perannya di bidang pangan dan pertanian!
(secara mandiri)

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdvc9mWqUquZnHQFlu2mRyaCamliABXaSSLth7siH0sec_Y2w/viewform?usp=pp_url



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

4

Role Play

Permainan Peran



Mari Menganalisis!

Bersama dengan kelompokmu, analisislah artikel yang ada pada *link* atau *QR code* di bawah ini!



<https://perkim.id/tips/bisakah-eco-enzyme-mengurangi-sampah-sisa-makanan>

Artikel dapat kamu baca secara langsung di bawah ini!

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

4

Role Play

Permainan Peran

Bersama dengan kelompokmu, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut berdasarkan hasil analisis artikel yang telah dilakukan!

- 1 Bagaimana cara penggunaan *eco enzyme* untuk mengurangi sampah sisa makanan?
- 2 Apakah *eco enzyme* aman untuk digunakan dalam mengurangi sampah sisa makanan yang dihasilkan rumah tangga?
- 3 Apa perbedaan penggunaan *eco enzyme* dengan metode lain dalam mengurangi sampah sisa makanan?
- 4 Apakah *eco enzyme* sudah diterapkan di Indonesia dalam mengurangi sampah sisa makanan? Jika ya, dimana dan bagaimana penerapannya?

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSelgplzlprldC7Cq7Dvwh8zl_Q89PagG2Dgc8VqNtI8ODiM5A/viewform?usp=pp_url

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

4

Role Play

Permainan Peran



Ayo Lakukan!

Judul: "Pembuatan *Eco Enzyme* dari Sisa Sayur dan Buah sebagai Upaya Mengurangi Dampak *Food Loss and Food Waste*"



Deskripsi Tugas

- Bersama dengan teman kelompokmu, siapkanlah alat dan bahan untuk membuat *eco enzyme* dari sisa sayur dan buah, mencari informasi tentang *eco enzyme*, dan melakukan pengamatan sampah makanan.
- Setelah membuat *eco enzyme*, setiap kelompok mempresentasikan hasil kerja kelompok di depan kelas atau guru.



Apa yang kamu perlukan?

Alat :



Ember plastik
5 liter



Alat pengaduk



Kain kasa



Gunting



Botol plastik
1,5 liter



Sendok

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

4

Role Play

Permainan Peran



Apa yang kamu perlukan?

Bahan :



1 kg sisa buah dan sayur



3 liter air putih



10 sendok makan gula merah



Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bersihkan sisa buah dan sayur (kulit, daun, batang) dengan air mengalir dan potong menjadi ukuran kecil-kecil.
2. Masukkan gula merah ke dalam ember plastik, tambahkan potongan buah dan sayur serta air ke dalam ember plastik. Aduk rata.
3. Tutup ember plastik, lalu simpan ember plastik di tempat yang teduh dan terhindar dari sinar matahari langsung.
4. Aduk campuran setiap hari dengan pengaduk bambu selama 3 bulan.
5. Setelah 3 bulan, saring campuran dengan menggunakan saringan kain kasa.
6. Masukkan *eco enzyme* yang sudah disaring ke dalam botol plastik bekas. Simpan botol plastik bekas di tempat yang teduh dan terhindar dari sinar matahari langsung.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

4

Role Play

Permainan Peran



Apa yang harus dijawab?

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar (jawaban diketik)!

1. Apa saja bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *eco enzyme*?
2. Apa yang dapat dilakukan agar masyarakat lebih teredukasi tentang manfaat *eco enzyme* dalam mengurangi sampah makanan?
3. Apa manfaat dari *eco enzyme* dalam mengurangi sampah makanan?



Presentasi Hasil Kerja Kelompok

- Kelompok mempresentasikan hasil kerja kelompok di depan kelas atau guru.
- Diskusikan manfaat pengurangan dampak *food loss and food waste* dengan membuat *eco enzyme*.



Link Pengumpulan Tugas

Setelah selesai, *upload* hasil jawaban dari pertanyaan dalam bentuk *pdf* ke *link google drive* berikut! (untuk setiap perwakilan kelompok)

https://drive.google.com/drive/folders/1Kx4mdm1u7mTFMEVSjXQ5Q7LFzNFmGiJt?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

4

Role Play

Permainan Peran



Ayo Berdiskusi!

Ayo berdiskusi bersama dengan teman kelompok yang lain mengenai pembuatan *eco enzyme* yang ada pada tahap "Ayo Lakukan!"

Berdasarkan hasil diskusi kelompok, isilah tabel 3.1 di bawah ini!

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Bagaimana konsep bioteknologi dapat diaplikasikan dalam pembuatan <i>eco enzyme</i> untuk mengurangi sampah makanan?	
2.	Bagaimana implikasi penggunaan <i>eco enzyme</i> pada lingkungan dan bagaimana cara menjaga lingkungan agar tetap terjaga saat menggunakan <i>eco enzyme</i> ?	
3.	Apakah ada cara lain yang dapat dilakukan dengan menggunakan konsep bioteknologi untuk mengatasi <i>food loss</i> dan <i>food waste</i> selain pembuatan <i>eco enzyme</i> ?	
4.	Bagaimana upaya kolaboratif antara masyarakat, pemerintah, dan industri dalam mengatasi <i>food loss</i> dan <i>food waste</i> dengan menggunakan konsep bioteknologi?	

Buatlah tabel pada buku tulismu, lalu *scan* dan hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf*! (perwakilan anggota kelompok)

https://drive.google.com/drive/folders/1sUeRQCj2oXKLVmrJENM-SahUE1CKHFF6?usp=share_link

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

4

Role Play

Permainan Peran



Beri Kesimpulanmu!

Berdasarkan setiap tahapan SSI yang terdapat pada kegiatan pembelajaran 3, beri kesimpulanmu pada kolom di bawah ini!

Tuliskan kesimpulanmu pada buku tulis, lalu *scan* dan hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf!* (secara mandiri)

https://drive.google.com/drive/folders/1wx5ZrvGhm3vb9D5ISP8wmbIZzqA2JZfp?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi



Info Sains



Sumber: canva.com

Artikel jurnal "*Sustainability in food-waste reduction biotechnology: a critical review*" yang ditulis oleh **Aidan R Mouat (2022)** membahas tentang penerapan bioteknologi sebagai solusi untuk mengurangi *food loss & food waste*. Artikel ini meninjau berbagai teknologi bioteknologi yang dapat digunakan untuk

mengurangi limbah makanan dan **mengubahnya menjadi produk bernilai tambah** seperti bioenergi, bioplastik, bahan baku pakan ternak, dan nutrisi untuk manusia. **Bioteknologi** dapat digunakan untuk **mengurangi sampah makanan** dengan cara memanfaatkan bakteri dan mikroorganisme untuk mendaur ulang bahan organik yang terdapat dalam sampah makanan. Dengan demikian, limbah makanan dapat diubah menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi dan mengurangi dampak lingkungan yang merugikan. Kendala dan **tantangan** dalam penerapan bioteknologi sebagai solusi untuk mengatasi *food loss & food waste*, seperti masalah regulasi, biaya investasi, dan keterbatasan teknologi. Namun, penulis menekankan bahwa penerapan teknologi bioteknologi ini akan menjadi semakin penting untuk memastikan keberlanjutan sistem pangan global di masa depan. Artikel ini memberikan informasi yang berguna bagi **para ilmuwan, peneliti, dan praktisi** di bidang pangan dan lingkungan yang tertarik dalam penerapan teknologi bioteknologi sebagai solusi untuk mengurangi *food loss* dan *food waste*.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi



Ayo, Kita Renungkan

Setelah **menyelesaikan kegiatan pembelajaran 3** pada tema ini tentu kamu sudah memahami banyak hal terkait penerapan bioteknologi pangan dan bioteknologi pertanian. Kamu sudah memahami penyebab dan dampak *food loss & food waste*. Salah satu dampaknya yaitu pencemaran lingkungan dan perubahan iklim. Sehingga kamu harus menyadari dampak yang akan terjadi akibat *food loss & food waste* tersebut.

Bagaimana sikapmu setelah mempelajari materi tentang bioteknologi dan produksi pangan pada tema *food loss & food waste*? Coba kamu jawab pertanyaan di bawah ini dengan memberi centang (✓) pada tabel 3.2 di kolom 'ya' atau 'tidak'!

Tabel 3.2 Pernyataan/Pertanyaan untuk Refleksi Terkait Bioteknologi dan Produksi Pangan Pada Tema *Food Loss & Food Waste*

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu berupaya mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan perubahan iklim, misalnya memanfaatkan sampah makanan dengan menerapkan konsep bioteknologi?		
2	Apakah ketika kamu memiliki sisa sayur dan buah yang tidak layak konsumsi, kamu membuatnya menjadi <i>eco enzyme</i> ?		
3	Setelah mengetahui penyebab dan dampak <i>food loss & food waste</i> , apakah kamu akan terus berusaha mengurangi sampah makanan?		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan: Jawaban "**ya**" mendapat **skor 2 (dua)** dan jawaban "**tidak**" mendapat **skor 0 (nol)**.

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 2 : berarti kamu tidak mengolah dan memanfaatkan sampah makanan.
- Skor 3 - 4 : berarti kamu kurang mengolah dan memanfaatkan sampah makanan.
- Skor 5 - 6 : berarti kamu mengolah dan memanfaatkan sampah makanan.

Untuk kamu yang tidak mengolah dan memanfaatkan sampah makanan, sebaiknya kamu terus berusaha meningkatkan kepedulianmu terhadap dampak yang akan terjadi.

Tuliskan jawaban Tabel 3.2 di atas dan *scan* jawabanmu, lalu hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf!* (secara mandiri)

https://drive.google.com/drive/folders/1_Te7n9XQwnXDZ6xkO9gtZTleVvaCwD5e?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Evaluasi

Kerjakan kuis kegiatan pembelajaran 3 dengan klik *link google form* atau *scan QR code* di bawah ini!



https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe9tEr7L6doh3Su7WOgbAbuas4Gpwi838Wj4z4eZK-evmfjHQ/viewform?usp=pp_url



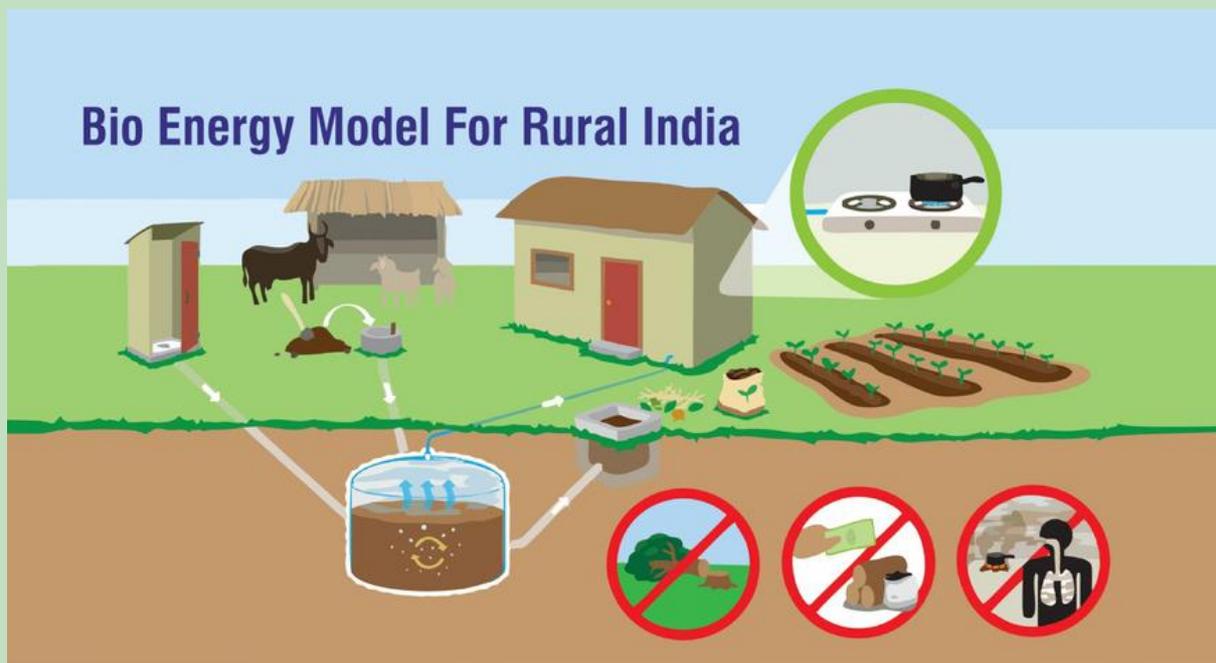
Rangkuman

- Penerapan konsep bioteknologi dalam bidang pangan dan pertanian dapat menjadi solusi untuk mengatasi isu *food loss & food waste*.
- Bioteknologi dapat membantu meningkatkan produksi pangan dan mengurangi kerugian akibat penyimpanan dan transportasi yang tidak tepat.
- Contoh produk bioteknologi pangan yaitu singkong yang diolah menjadi tapai, kedelai yang diolah menjadi tempe, dan sawi putih atau lobak diolah menjadi kimchi.
- Contoh produk bioteknologi bidang pertanian yaitu pembuatan *eco enzym* dari limbah sayuran dan buah serta pemanfaatan limbah kemasan makanan seperti botol bekas yang digunakan sebagai media tanam hidroponik sederhana.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

Materi

PROSES & PRODUK TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN PADA TEMA *FOOD LOSS & FOOD WASTE*



Sumber: <https://getsenviro.com/bio-gas-plant/>

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4



Kompetensi Dasar

Kelas IX

- 3.10 Menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlanjutan kehidupan
- 4.10 Menyajikan karya tentang proses dan produk teknologi sederhana yang ramah lingkungan



Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

- 3.10.1 Menelaah proses produk biogas sebagai upaya mengurangi *food loss and food waste*
- 4.10.1 Menyajikan hasil karya berupa poster tentang strategi untuk mengurangi *food loss and food waste*



Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu menelaah proses produk biogas sebagai upaya mengurangi *food loss and food waste* melalui artikel yang disajikan dalam e-modul dengan kritis.
2. Siswa mampu menyajikan hasil karya berupa poster tentang strategi untuk mengurangi *food loss and food waste* setelah siswa berdiskusi dengan penuh tanggung jawab.

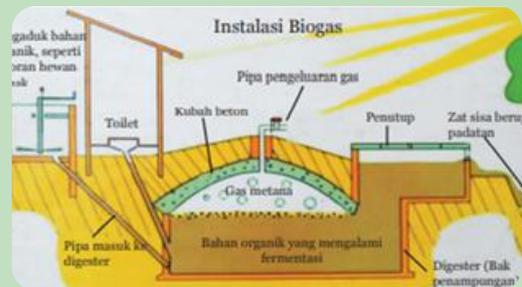
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4



Materi Inti

Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Keberlanjutan Kehidupan

Aplikasi teknologi ramah lingkungan diterapkan di berbagai bidang antara lain di bidang energi, lingkungan, industri, dan transportasi. Teknologi ramah lingkungan pada bidang energi diterapkan sebagai **upaya** mencari **sumber energi alternatif** untuk masa depan. Salah satu contoh penerapan aplikasi teknologi ramah lingkungan bidang **energi** adalah biogas.



Gambar 4.1 Teknik Pembuatan Biogas Sederhana (Dok. Kemdikbud)



Gambar 4.2 Biogas
canva.com

Biogas adalah jenis bahan bakar alternatif yang diperoleh dari proses fermentasi bahan organik oleh bakteri anaerob. Bakteri tersebut akan mengubah zat organik menjadi gas metana (CH_4) sebesar 75% dan sisanya adalah gas karbon dioksida, hidrogen, dan hidrogen sulfida. Dalam hal ini, biogas bermanfaat karena digunakan sebagai bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga di Indonesia.

Lingkungan yang memiliki pabrik pengolahan makanan (tempat pembuatan tempe, tahu, brem, ikan pindang) merupakan tempat strategis untuk pembuatan biogas. Karena pemilik pabrik dapat menyatukan semua limbah sisa produksi bahan makan ke dalam saluran pembuangan untuk diolah menjadi biogas. Selain **bermanfaat** sebagai energi alternatif, teknologi tersebut dapat **menjaga kebersihan lingkungan** dari limbah-limbah sisa produksi pabrik makanan.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4



Materi Inti



Gambar 4.3 Biogas Sederhana
<https://www.instructables.com>

Alternatif **upaya pengurangan sampah makanan** konsumen rumah makan dapat dilakukan melalui strategi daur ulang seperti pengembangan teknologi mesin pengolahan sampah makanan menjadi biogas di daerah yang terdapat rumah makan. Upaya ini efektif untuk mengurangi timbunan sampah makanan (*food waste*).

Pembuatan biogas ini dapat mencegah dampak terjadinya pencemaran lingkungan dan mencegah terjadinya perubahan iklim akibat sampah makanan. Oleh karena itu, masyarakat harus mulai menyadari betapa pentingnya kita menjaga lingkungan di mulai dengan tidak membuang makanan dan harus menjadi konsumen yang bijak.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

1

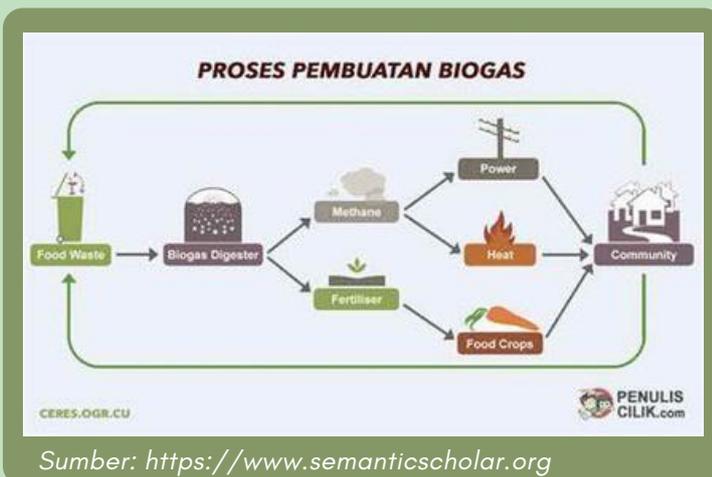
Problem Analysis

Analisis Masalah



Analisislah!

Analisislah gambar (a) dan video (b) yang ada di bawah ini!



(a) Gambar

Video dapat diakses juga melalui YouTube dengan klik link berikut:

<https://youtu.be/c1adiK8nLbA>

Video dapat diakses dengan scan QR code di bawah ini:



(b) Video

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

1

Problem Analysis

Analisis Masalah

Berdasarkan analisis gambar dan video di atas, jawablah pertanyaan berikut secara mandiri!

Bagaimana aplikasi teknologi ramah lingkungan seperti biogas dapat menjadi solusi dalam mengatasi isu *food loss & food waste*?

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfrsTBtFthFOkIJx8PZ0fxQDo-CGq9uPOWvF92xiwjgPAtxOw/viewform?usp=pp_url



KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

2

Clarification of Science

Klarifikasi Sains



Tahukah Kamu?

Limbah pangan yang dihasilkan oleh pabrik ataupun rumah tangga ternyata dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif (biogas) yang bermanfaat bagi kehidupan?

Ya, limbah pangan yang dihasilkan oleh pabrik atau rumah tangga dapat dimanfaatkan sebagai **bahan baku** untuk menghasilkan **biogas**. Biogas sendiri merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik oleh bakteri anaerobik. Limbah pangan yang terdiri dari sisa makanan, sayuran, buah-buahan, atau limbah pabrik pangan yang terbuang bisa dimanfaatkan untuk produksi biogas.

Proses produksi biogas biasanya dilakukan melalui pengolahan limbah pangan menggunakan sistem biodigester. Biodigester adalah suatu sistem yang dapat menguraikan bahan organik seperti limbah pangan dan menghasilkan biogas. Biogas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk menghasilkan listrik, memasak, dan pemanasan. Oleh karena itu, **biogas** bisa menjadi salah satu **cara untuk menanggulangi permasalahan food loss and food waste**.

Beberapa upaya yang dapat dilakukan dalam mengurangi sampah atau limbah menurut Bea Johnson di antaranya melalui 5R (*Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Rot*) atau (Menolak, Mengurangi, Menggunakan Kembali, Mendaur Ulang, Membusukkan).



KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

3

Refocus on Socio-Scientific Dilemma

Fokus Kembali Pada Isu Sosiosaintifik



Ayo Jelaskan!

Berdasarkan tahap klarifikasi sains, jelaskan kembali bagaimana keterkaitan isu *food loss & food waste* dengan aplikasi teknologi ramah lingkungan seperti biogas!

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSchwpsf51CntHB9KvWbqYYZZgMvxHqXYNI-qch93A4WAANjqQ/viewform?usp=pp_url



KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

4

Role Play

Permainan Peran



Mari Menganalisis!

Bersama dengan kelompokmu, analisislah artikel yang ada pada *link* atau *QR code* di bawah ini!



<https://isnet.or.id/anaerobic-digestion-teknologi-pengolahan-food-waste-sebagai-solusi-ketahanan-pangan-dan-energi/>

Artikel dapat kamu baca secara langsung di bawah ini!

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

4

Role Play

Permainan Peran

Bersama dengan kelompokmu, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut berdasarkan hasil analisis artikel yang telah dilakukan!

- 1 Bagaimana proses pengolahan limbah pangan menjadi biogas melalui teknologi anaerobik?
- 2 Bagaimana dampak penggunaan biogas dari limbah pangan terhadap lingkungan dan ekonomi?
- 3 Apa tantangan terbesar dalam pengembangan teknologi anaerobik sebagai solusi pengolahan limbah pangan? Bagaimana mengatasinya?
- 4 Bagaimana potensi pengembangan teknologi anaerobik di Indonesia dan di negara-negara berkembang lainnya?

Untuk menjawab pertanyaan di atas, kalian klik *link google form* di bawah ini!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfx86bWfYbZclcLPQIGzEjlfpa8P9daNI4VkgN5XC_3lvTutA/viewform?usp=pp_url



KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

4

Role Play

Permainan Peran



Ayo Lakukan!

Setelah melakukan analisis pada kegiatan sebelumnya, maka bersama dengan kelompokmu buatlah sebuah poster tentang strategi untuk mengurangi *food loss & food waste*!



Alat dan Bahan



1. Laptop/*Handphone*



2. Aplikasi Canva



Langkah Kerja

1. Bukalah aplikasi canva di HP atau Laptop-mu!
2. Designlah sebuah poster tentang "Strategi Mengurangi *Food Loss & Food Waste*" di dalam aplikasi Canva!
3. Ingatlah kembali ciri-ciri poster yang baik!
4. Unduh poster yang kalian buat dalam bentuk *png/jpg*.



Link Pengumpulan Tugas

Setelah selesai, kalian dapat meng-*upload* poster dalam bentuk *png/pdf* ke *link google drive* berikut! (untuk setiap perwakilan kelompok)

https://drive.google.com/drive/folders/1D_4SxSRO6ebpcZ0SukmNQqeuu_zfuOfr?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

4

Role Play

Permainan Peran



Ayo Berdiskusi!

Ayo berdiskusi bersama dengan teman kelompok yang lain mengenai hasil karya poster yang ada pada tahap "Ayo Lakukan!"

Berdasarkan hasil diskusi kelompok, isilah tabel 4.1 di bawah ini!

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa strategi yang paling efektif dalam mengurangi <i>food loss</i> & <i>food waste</i> menurut kalian?	
2.	Bagaimana cara memperkenalkan <i>eco-enzyme</i> dan biogas sebagai alternatif pengolahan sampah sisa makanan kepada masyarakat?	
3.	Apa tantangan yang dihadapi dalam mengurangi <i>food loss</i> & <i>food waste</i> ?	
4.	Apa peran media dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang isu <i>food loss</i> & <i>food waste</i> ?	

Buatlah tabel pada buku tulismu, lalu *scan* dan hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf*! (perwakilan anggota kelompok)

https://drive.google.com/drive/folders/1t3Vw8uYeMst5OIHGQ0N3_Os8bBxUb2AZ?usp=share_link

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

4

Role Play

Permainan Peran



Beri Kesimpulanmu!

Berdasarkan setiap tahapan SSI yang terdapat pada kegiatan pembelajaran 4, beri kesimpulanmu pada kolom di bawah ini!

Tuliskan kesimpulanmu pada buku tulis, lalu *scan* dan hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf!* (secara mandiri)

https://drive.google.com/drive/folders/1tny2wt2c37ploloYtTEx3nnm3nj2PYd9?usp=share_link



KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi



Info Sains



Sumber: canva.com

Artikel jurnal "*Biogas production from food waste and its use as a renewable energy source in Korea*" yang ditulis oleh **Jang, J. H., Shin, H. S., & Kim, Y. H. (2013)** membahas tentang produksi biogas dari limbah makanan dan penggunaannya sebagai sumber energi terbarukan di Korea.

Artikel ini menjelaskan bahwa **masalah limbah makanan di Korea** semakin meningkat dan penanganannya menjadi semakin sulit. Oleh karena itu, **produksi biogas** dari limbah makanan dianggap sebagai salah satu **solusi** untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Proses produksi biogas dari limbah makanan, yang melibatkan proses anaerobik oleh bakteri metana. Berbagai faktor yang mempengaruhi produksi biogas, seperti jenis limbah makanan, suhu, keasaman, dan rasio C/N. Aplikasi biogas sebagai sumber energi terbarukan di Korea, yang meliputi penggunaannya sebagai bahan bakar untuk kendaraan dan sumber energi listrik. **Keuntungan** dari penggunaan biogas, seperti **mengurangi emisi gas rumah kaca** dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Produksi biogas dari limbah makanan merupakan solusi yang efektif untuk **mengatasi masalah food loss & food waste**, serta memberikan manfaat sebagai sumber energi terbarukan. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan efisiensi produksi biogas dan penggunaannya sebagai sumber energi yang lebih luas.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi



Ayo, Kita Renungkan

Setelah **menyelesaikan kegiatan pembelajaran 4** pada tema ini tentu kamu sudah memahami banyak hal terkait proses dan produk teknologi ramah lingkungan. Kamu sudah memahami penerapannya dalam kehidupan. Sudah banyak manfaat pembuatan biogas. Salah satunya dapat mengurangi sampah makanan. Sehingga kamu harus berupaya untuk mengurangi adanya *food loss & food waste*.

Bagaimana sikapmu setelah mempelajari materi tentang proses dan produk teknologi ramah lingkungan pada tema *food loss & food waste*? Coba kamu jawab pertanyaan di bawah ini dengan memberi centang (✓) pada tabel 4.2 di kolom 'ya' atau 'tidak'!

Tabel 4.2 Pernyataan/Pertanyaan untuk Refleksi Terkait Proses dan Produk Teknologi Ramah Lingkungan Pada Tema *Food Loss & Food Waste*

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu berupaya menangani isu <i>food loss & food waste</i> , misalnya membuat biogas dari sampah makanan?		
2	Apakah ketika kamu memiliki sisa makanan yang tidak layak konsumsi, kamu membuatnya menjadi kompos?		
3	Setelah mengetahui penyebab dan dampak pencemaran lingkungan dan perubahan iklim, apakah kamu akan terus berusaha mengurangi sampah makanan dan mengolahnya menjadi lebih bermanfaat?		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

5

Meta-Reflective Activity

Kegiatan Meta-Refleksi

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan: Jawaban "**ya**" mendapat **skor 2 (dua)** dan jawaban "**tidak**" mendapat **skor 0 (nol)**.

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 2 : berarti kamu tidak memanfaatkan sampah makanan menjadi biogas.
- Skor 3 - 4 : berarti kamu kurang memanfaatkan sampah makanan menjadi biogas.
- Skor 5 - 6 : berarti kamu memanfaatkan sampah makanan menjadi biogas.

Untuk kamu yang tidak memanfaatkan sampah makanan menjadi biogas, sebaiknya kamu terus berusaha meningkatkan kepedulianmu dan memanfaatkan sampah makanan menjadi biogas.

Tuliskan jawaban Tabel 4.2 di atas dan *scan* jawabanmu, lalu hasilnya *upload* ke dalam *link google drive* di bawah ini dalam bentuk *pdf!* (secara mandiri)

https://drive.google.com/drive/folders/1vAH7DMjP6bT7nz00sONpdFCtld1XyqO9?usp=share_link

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4



Evaluasi

Kerjakan kuis kegiatan pembelajaran 4 dengan klik *link google form* atau *scan QR code* di bawah ini!



https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdCdIqDZ4Z2g5VEFy89EiuUkt_Bp7WRC-dAHv3ufIIIM19iGQ/viewform?usp=pp_url



Rangkuman

- Biogas adalah jenis bahan bakar alternatif yang diperoleh dari proses fermentasi bahan organik oleh bakteri anaerob. Bakteri tersebut akan mengubah zat organik menjadi gas metana (CH_4) sebesar 75% dan sisanya adalah gas karbon dioksida, hidrogen, dan hidrogen sulfida.
- Limbah dari pabrik pengolahan makanan (tempat pembuatan tempe, tahu, brem, ikan pindang) merupakan tempat strategis untuk pembuatan biogas.
- Pembuatan biogas dari limbah makanan ini merupakan solusi dari permasalahan isu *food loss & food waste*. Pembuatan biogas efektif untuk mengurangi timbunan sampah makanan (*food waste*). Selain itu, bertujuan untuk mencegah dampak terjadinya pencemaran lingkungan serta perubahan iklim.

GLOSARIUM

A

Alternatif : Pilihan di antara dua atau beberapa kemungkinan

B

Biogas : Jenis bahan bakar alternatif

Bioteknologi : Teknologi yang menyangkut jasad hidup

F

Food Loss : Kehilangan pangan

Food Waste : Sampah makanan

G

Gas CO₂ : Gas Karbon dioksida

Gas CH₄ (Metana) : Gas tanpa bau, tanpa warna, dan mudah terbakar.

I

Iklm : Keadaan hawa (suhu, kelembapan, awan, hujan, dan sinar matahari) dalam jangka waktu yang agak lama (30 tahun) di suatu daerah

Isu : Masalah yang dikedepankan (untuk ditanggapi dan sebagainya)

S

Struktur : Cara sesuatu disusun atau dibangun; susunan; bangunan

T

Tekstur : Ukuran dan susunan (jaringan) bagian suatu benda;

Z

Zat : Bahan yang merupakan pembentuk (bagian-bagian yang mendukung) suatu benda; unsur

KUNCI JAWABAN & PEDOMAN PENSKORAN



Kunci Jawaban Evaluasi Kegiatan Pembelajaran 1

- | | |
|------|------|
| 1. C | 4. D |
| 2. B | 5. C |
| 3. A | |



Kunci Jawaban Evaluasi Kegiatan Pembelajaran 2

- | | |
|------|------|
| 1. D | 4. D |
| 2. A | 5. C |
| 3. B | |



Kunci Jawaban Evaluasi Kegiatan Pembelajaran 3

- | | |
|------|------|
| 1. A | 4. D |
| 2. C | 5. B |
| 3. B | |



Kunci Jawaban Evaluasi Kegiatan Pembelajaran 4

- | | |
|------|------|
| 1. C | 4. A |
| 2. D | 5. C |
| 3. A | |

Setelah kalian mengerjakan evaluasi, kalian dapat menilai hasil evaluasi dengan mengecek kunci jawaban dan pedoman skor yang terdapat pada link di bawah ini!

<https://drive.google.com/drive/folders/1Aay6s9m12XZ3XoYFh6veQo8OpUf6jFWr>

DAFTAR PUSTAKA

Andryani, F., Djafar, H., & Qaddafi, M. (2016). Penerapan Pendekatan SSI (*Socio-Scientific Issues*) Dengan Menggunakan Media Power Poin Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Pada Mahasiswa Baru Angkatan 2015 Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), 64-66.

Food and Agriculture Organization. (2013). *Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources*.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2019). *Global food losses and food waste - Extent, causes and prevention*. Rome: FAO.

Hasanah, A., Putri, E. I. K., & Ekayani, M. (2022). Kerugian ekonomi dari sisa makanan konsumen di rumah makan dan potensi upaya pengurangan sampah makanan. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 6(1), 45-58.

Jang, J. H., Shin, H. S., & Kim, Y. H. (2013). *Biogas production from food waste and its use as a renewable energy source in Korea*. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 15(4), 507-513.

Jamaluddin, Okvika, L., & Fitria. (2021). Minimalisasi Sampah Organik Rumah Tangga Menjadi Kompos. *Jurnal Salingka Adbimas*, 1(2), 65-68.

Khusniyah, Muis, Z. Z., & Kumalasari, D. A. (2022). Kajian food waste untuk meningkatkan ekonomi keluarga (*Food waste study to improve family economy*). *Jurnal Agrotek UMMAT*, 9(3), 209-221.



DAFTAR PUSTAKA

Lusiah, Suryani, W., & Margery, E. (2021). Pelatihan Pembuatan Eco Enzym dari Sampah Rumah Tangga Buah dan Sayuran dan Pemasaran Produk yang Dihasilkan dari Eco Enzym Melalui Media Sosial. *PUBARAMA: Jurnal Publikasi Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 6-9.

Mouat, A.R. (2022). *Sustainability in food-waste reduction biotechnology: a critical review*. *Sustainable Production and Consumption*, 30, 578-589.

Nugroho, B. D. A. (2017). *Fenomena Iklim Global, Perubahan Iklim, dan Dampaknya di Indonesia*. Grasindo & Gadjah Mada University Press.

Pitpiorntapin, S., & Topcu, M. S. (2016). *Teaching based on socioscientific issues in science classrooms: A review study*. *KKU International Journal of Humanities and Social Sciences*, 6(1), 119-136.

Sari, R. ., Agustini, R., & Widodo, W. (2021). *The Effectiveness of Science E-Magazine of Socioscientific Issues-Based Inquiry Model to Improve Critical Thinking Skill of Junior High School Students*. *Studies in Learning and Teaching (SiLeT)*, 2(3), 10-20.

Susanti, R., Mubarak, I., Aini Habibah, N., Sri Iswari, R., & Mustikaningtyas, D. (2021). Pendampingan Pembuatan Pupuk Organik Cair Bagi Warga Mangunsari Gunungpati Untuk Mengelola Taman TOGA Organik. *BERDAYA Indonesian Journal of Community Empowerment*, 1(2), 2808-2133.



DAFTAR PUSTAKA

Susilawati. (2021). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan. *Electronic Journal Scientific of Environmental Health And Disease*, 2(1), 25-31.

Syaiful, F. L., & Pratama, W. E. (2021). Penerapan Tanaman Hidroponik Dari Botol Bekas di Desa Pondok Makmur Kecamatan Air Manjuto Kabupaten Mukomuko, Bengkulu. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 4(3), 140-148.

Wardani, A. K., Wijayanti, S. D., & Widyastuti, E. (2017). *Pengantar Bioteknologi*. UB Press.

Widiarti, I. W., & Muryani, E. (2018). Kajian Kualitas Air Lindi Terhadap Kualitas Air Tanah di Sekitar TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Sampah Jetis, Desa Pakem, Kecamatan Gebang, Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Tanah dan Air (Soil and Water Journal)*, 15(1), 1-9.

Widodo, W., Rahmadiarti, F., & Hidayati, S. N. (2017). *Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VII Semester 2 SMP/MTs*. In Kemendikbud. Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud.

Zubaidah, S., Mahanal, S., Yuliati, L., Dasna, I. W., Pangestuti, A. A., Puspitasari, D. R., Mahfudhillah, H. T., Robitah, A., Kurniawati, Z. L., Rosyida, F., & Sholihah, M. (2018). *Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas IX Semester 2: Edisi Revisi*. In Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.



PROFIL PENULIS



Ria Naena Febriana, lahir di Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat pada tanggal 26 Februari 2001.

Pada tahun 2007, penulis menyelesaikan pendidikan di TK Islam Darul Anwar Panguragan Kabupaten Cirebon.

Pada tahun 2007, penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Panguragan Lor dan selesai pada tahun 2013. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di MTs Negeri 3 Cirebon dan selesai pada tahun 2016. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Provinsi Banten tepatnya di SMA Negeri 4 Cilegon dan selesai pada tahun 2019.

Di tahun 2019 juga penulis berhasil terdaftar menjadi mahasiswi Jurusan Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa melalui jalur masuk SBMPTN. Selama kuliah, penulis aktif mengikuti organisasi, yakni organisasi HMJ Pendidikan IPA Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.





E-MODUL BERBASIS SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES (SSI)

Tema Food Loss and Food Waste



ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)
