Biomassa: Mengubah Sampah Menjadi Energi

sead : stem

BAHASAN

Perekayasaan | Kimia

TOPIK

Keberlanjutan | Energi | Perubahan Iklim

KATA KUNCI

Bahan organik | pembangkit tenaga uap | hidroelektrik | panas bumi | fermentasi | etanol | pupuk metana | biogas | aerob | bakteri anaerob | mikroorganisme

KAITAN DENGAN SDG

SEKILAS KEGIATAN

Dalam proyek ini, murid belajar mengetahui macam-macam biomassa yang dapat diolah menjadi biogas. Jenis biomassa yang akan digunakan pada percobaan ini adalah kotoran sapi tanpa campuran dan kotoran sapi dengan campuran sisa kulit sayuran atau pisang tumbuk.

PENGANTAR

Betapa menyenangkannya saat berkendara melihat-lihat pemandangan desa pada hari yang hangat, dengan kaca jendela diturunkan dan rambut tertiup angin. Namun, begitu melewati peternakan sapi, kita mungkin akan menutup kaca jendela dengan cepat! Aroma kotoran sapi atau hewan sejenis lain memang bisa jadi menyengat dan tidak sedap, akan tetapi kotoran mereka adalah sumber energi luar biasa yang dapat digunakan untuk menjalankan usaha peternakan.

Kotoran hewan bukan sekadar limbah, melainkan juga kaya energi. Bahkan, masih banyak hal lain yang biasanya kita anggap tak lebih dari sampah yang bisa diolah menjadi energi. Tanaman mati, makanan busuk, potongan kayu, debu gergaji, tanaman sisa, kulit kacang-kacangan, dan produk berbahan kertas adalah sebagian contoh biomassa, yaitu bahan alami atau organik yang bisa digunakan untuk menghasilkan energi.

Sulitkah mengolah biomassa? Sama sekali tidak. Manusia bahkan telah melakukannya selama ribuan tahun. Apabila pernah duduk di dekat api unggun atau di depan perapian, berarti kita pernah merasakan energi hangat yang berasal dari pembakaran biomassa. Dalam skala lebih besar, biomassa bisa menghasilkan listrik. Biomassa (seperti tanaman mati, limbah peternakan, limbah kayu, atau limbah industri) dibawa dengan truk-truk besar ke mesin pembakar raksasa. Di sana, biomassa dibakar dan panas yang dihasilkan digunakan untuk memasak air, menciptakan uap, dan menggerakkan pembangkit listrik tenaga uap. Energi biomassa dipandang sebagai bentuk energi terbarukan, yang artinya dapat digantikan secara alami. Energi biomassa, dan sumber terbarukan lainnya seperti air, surya, panas bumi, dan angin, menyumbang 7% dari total kebutuhan energi di Amerika Serikat dan angka ini diharapkan terus meningkat.

Selain membakar, cara apa lagi yang bisa digunakan untuk menghasilkan energi dari biomassa? Biomassa bisa diolah menjadi bentuk cair atau gas. Pengolahan ke bentuk cair disebut fermentasi dan proses ini mengubah bentuk sebagian biomassa—seperti jagung atau tebu—menjadi bahan bakar berbasis alkohol yang disebut etanol. Etanol dapat digunakan oleh mobil ataupun untuk memasak. Sementara itu, pengolahan ke bentuk gas sebetulnya sudah terjadi di dalam sistem pencernaan alami sapi. Bakteri di dalam perut sapi mengubah biomassa menjadi metana, dan metana adalah komponen utama gas alam. Gas alam juga penting untuk menghangatkan rumah; memasak dengan kompor, oven, dan mesin pengering; memproduksi listrik dan pupuk; dan sebagai

Designed by Groupe-Dejour.de

Biomassa: Mengubah Sampah Menjadi Energi

sead : stem

BAHASAN

Perekayasaan | Kimia

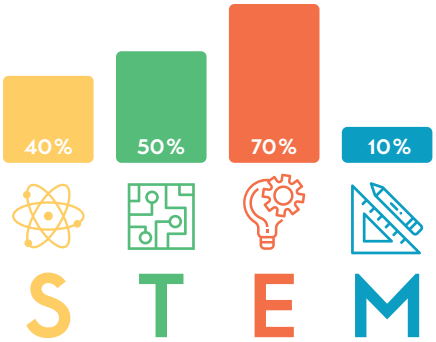
TOPIK

Keberlanjutan | Energi | Perubahan Iklim

KATA KUNCI

Bahan organik | pembangkit tenaga uap | hidroelektrik | panas bumi | fermentasi | etanol | pupuk metana | biogas | aerob | bakteri anaerob | mikroorganisme

KOMPOSISI STEM



DURASI

2-4 pekan

bahan bakar mobil dan truk. Gas yang terbuat dari biomassa disebut dengan biogas.

Untuk pelaku olah raga aerobik—seperti berlari, berjalan, berenang, menari, dan bersepeda—oksigen digunakan untuk menghasilkan energi yang mereka perlukan agar dapat terus bergerak dalam waktu yang cukup lama. Namun, untuk membuat biogas yang menghasilkan energi, dibutuhkan lingkungan yang berbeda. Biogas dibuat oleh bakteri anaerob khusus, yaitu mikroorganisme yang hidup tanpa oksigen. Bakteri inilah yang bisa melakukan serangkaian proses yang disebut pencernaan anaerob dan memecah biomassa menjadi metana. Biogas bisa didapatkan secara langsung dari penampungan sampah, tempat pekerja membuang dan menutupi sampah rumah tangga, atau dari instalasi biogas yang menampung campuran biomassa dan bakteri anaerob yang dimasukkan oleh petani atau petugas instalasi.

Dalam proyek energi ini, murid akan mempelajari jenis biomassa yang baik untuk membuat biogas. Biomassa yang akan digunakan adalah kotoran sapi tanpa campuran dan kotoran sapi dicampur dengan sisa kulit sayuran atau pisang tumbuk. Murid akan melihat seberapa banyak biogas yang dihasilkan oleh masing-masing jenis biomassa ini. Setiap jenis biomassa akan dimasukkan ke dalam botol soda kosong, kemudian botol ditutup dengan balon. Setelah itu, murid akan mengukur seberapa besar balon mengembang (utamanya karena metana!) setelah beberapa hari. Jadi, biomassa mana yang paling banyak menghasilkan biogas?

SASARAN KEGIATAN

1. **Membandingkan jumlah biogas yang diproduksi oleh dua jenis biomassa.**

ALAT DAN BAHAN

1. 9 botol soda ukuran 1 liter, dikosongkan dan dibersihkan
2. Lakban kertas
3. Penggaris
4. Spidol permanen
5. Sarung tangan sekali pakai yang bisa dibeli di apotek atau toko-toko perkakas
6. 15 gelas kertas ukuran 90 ml
7. Timbangan dapur (bisa digital ataupun tidak) yang bisa mengukur berat sampai per 1 gram.
8. Kotoran sapi segar dalam kuantitas yang cukup untuk mengisi dua kantong plastik berukuran sekitar 16 cm x 15 cm (total berat kotoran di kedua kantong adalah 240 gram). Kotoran sapi bisa didapatkan dari peternakan atau kebun binatang.

Designed by Groupe-Dejour.de

Biomassa: Mengubah Sampah Menjadi Energi

sead : stem

BAHASAN

Perekayasaan | Kimia

TOPIK

Keberlanjutan | Energi | Perubahan Iklim

KATA KUNCI

Bahan organik | pembangkit tenaga uap | hidroelektrik | panas bumi | fermentasi | etanol | pupuk metana | biogas | aerob | bakteri anaerob | mikroorganisme

Tip

Kotoran sapi bisa didapatkan dari peternakan atau kebun binatang. Kiat: Lihat langkah 3a "Menyiapkan Botol Untuk Kotoran Sapi" pada bagian instruksi untuk memastikan kotoran sapi yang diambil cukup segar.

9. Pilihan: sendok plastik sekali pakai
10. Dua jenis biomassa (masing-masing seberat 60 gram)
    1. Sisa kulit sayuran, mentah, dipotong-potong (boleh dari satu atau beberapa jenis sayuran), seperti kentang, wortel, dan/atau bawang.
    2. Pisang yang ditumbuk/dihancurkan (kira-kira satu pisang)
11. Corong yang ujungnya cukup kecil agar bisa dimasukkan ke mulut botol soda
12. Air distilasi (9 L), tersedia di supermarket dan apotek
13. Balon dari bahan lateks, bulat, idealnya bisa mengembang hingga diameter 20 hingga 30 cm;
14. Selotip transparan besar
15. Pemutih
16. Pita pengukur, dari bahan atau vinil, satuan ukur dalam sistem metrik
17. Buku catatan percobaan
18. Kertas grafik (kertas kotak)

PETUNJUK KESELAMATAN

1. Kegiatan ini menghasilkan gas yang dapat terbakar dalam jumlah kecil, sehingga harus dilakukan di ruangan dengan ventilasi memadai, jauh dari sumber api ataupun sumber aliran listrik. Berhati-hatilah saat menggunakan pemutih karena dapat menyebabkan luka bakar dari bahan kimia.

PERTANYAAN PANDUAN

1. Bagaimana cara menghasilkan energi dari biomassa?
2. Apa perbedaan kulit sayuran dengan pisang yang dihancurkan? Bagaimana perbedaan ini memengaruhi peran keduanya dalam membuat biogas?
3. Apakah energi biomassa punya dampak terhadap pemanasan global?
4. Apakah energi biomassa merupakan sumber energi tanpa karbon?
5. Apa yang istimewa dari bakteri pembuat biogas?

Designed by Groupe-Dejour.de

Biomassa: Mengubah Sampah Menjadi Energi

sead : stem

BAHASAN

Perekayasaan | Kimia

TOPIK

Keberlanjutan | Energi | Perubahan Iklim

KATA KUNCI

Bahan organik | pembangkit tenaga uap | hidroelektrik | panas bumi | fermentasi | etanol | pupuk metana | biogas | aerob | bakteri anaerob | mikroorganisme

TUGAS/LANGKAH-LANGKAH

Menyiapkan Botol Soda Untuk Kotoran Sapi

1. Cuci dan keringkan botol-botol soda. Simpan tutupnya untuk didaur ulang.
2. Dengan selotip dan spidol, beri label "Kotoran Sapi" pada tiga botol.
3. Dengan selotip dan spidol, beri label "Kotoran Sapi + Kulit Sayur" pada tiga botol.
4. Dengan selotip dan spidol, beri label "Kotoran Sapi + Pisang Tumbuk" pada tiga botol.
5. Dengan spidol permanen dan penggaris, buat garis horizontal dengan jarak 2 sentimeter dari mulut botol. Garis ini akan menjadi tanda takaran maksimal isi botol. Sebab, jika terlalu penuh, isi botol dapat tumpah.
6. Pastikan tidak ada lubang sekecil apa pun pada kesembilan balon. Balon yang berlubang harus diganti.
   - a. Balon dapat diperiksa dengan cara meniupnya, menutup lubang balon rapat-rapat, lalu mendengarkan apakah ada suara udara yang keluar dan apakah balon mengempis.

Menyiapkan Botol Berisi Kotoran Sapi

1. Kenakan sarung tangan.
2. Taruh satu gelas kertas pada timbangan. Pastikan timbangan mulai dari nol (atau, catat dulu berat awal pada timbangan untuk dikurangi dengan berat gelas berisi kotoran).
3. Takar 40 gram kotoran sapi segar dengan timbangan. Silakan gunakan sendok plastik untuk membantu mengeluarkan kotoran. Kemudian, dengan berhati-hati, pindahkan 40 gram kotoran sapi (hanya kotoran, tanpa gelas kertas) ke dalam salah satu botol berlabel "Kotoran Sapi". Buang gelas yang sudah terpakai.
   - a. Sangat penting untuk menggunakan kotoran sapi segar dalam kegiatan ini. Kotoran segar biasanya sangat lembap, lunak, berwarna hijau gelap/cokelat, dan beraroma menyengat! Kotoran yang sudah berusia beberapa hari mungkin masih bisa digunakan, tetapi tidak memberikan hasil sebaik kotoran segar.
4. Ulangi langkah 2 sampai tiga botol dengan label "Kotoran Sapi" masing-masing sudah terisi 40 gram kotoran sapi.

Menyiapkan Botol Berisi Kotoran Sapi+Kulit Sayur dan Kotoran Sapi+ Pisang Tumbuk

1. Dengan timbangan dan gelas kertas yang baru, ukur 20 gram kotoran sapi. Masukkan dengan berhati-hati 20 gram kotoran sapi (tanpa gelas kertas) ke dalam botol soda berlabel "Kotoran Sapi+Kulit Sayur". Buang gelas kertas. Ulangi langkah ini hingga tiga botol dengan label yang sama berisi 20 gram kotoran.
2. Dengan timbangan dan gelas kertas yang baru, ukur 20 gram kulit sayur, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah. Masukkan dengan berhati-hati 20 gram kulit sayur ke dalam botol soda berlabel "Kotoran Sapi+Kulit Sayur". Buang gelas kertas. Ulangi langkah ini hingga tiga botol dengan label yang sama berisi 20 gram kulit sayur.

Designed by Groupe-Dejour.de

Biomassa: Mengubah Sampah Menjadi Energi

sead : stem

BAHASAN: Perekayasaan, Kimia

TOPIK: Keberlanjutan, Energi, Perubahan Iklim

KATA KUNCI: Bahan organik, pembangkit tenaga uap, hidroelektrik, panas bumi, fermentasi, etanol, pupuk metana, biogas, aerob, bakteri anaerob, mikroorganisme

3. Ulangi langkah 1-2 untuk botol-botol berlabel Kotoran Sapi+Pisang Tumbuk. Jangan lupa mengganti kulit sayur dengan pisang tumbuk.
4. Lepaskan dan buang sarung tangan. Cuci tangan hingga bersih dengan air hangat dan sabun, kemudian keringkan. Lalu, kenakan sarung tangan laboratorium yang bersih.

Tahap Akhir Menyiapkan Botol

1. Letakkan ujung corong pada mulut botol soda.
2. Tuang air distilasi dengan hati-hati hingga mencapai garis 2 cm dari atas botol yang sudah dibuat. Perlambat aliran air jika sudah mendekati ujung botol agar isi botol tidak luber.
3. Tutup botol dengan balon dalam keadaan belum terisi angin.
   - a. Saat menutup botol dengan balon, sangat penting agar balon dipegang dengan hati-hati agar tidak ada udara yang masuk ke dalam balon. Jika udara tak sengaja masuk, maka udara akan terperangkap di dalam balon selama balon menutupi mulut botol dan hasil percobaan bisa jadi tidak akurat.
   - b. Saat menutup mulut botol dengan balon, arahkan balon agar lubang balon sepenuhnya menutupi lingkar mulut botol (jangan sampai miring atau tidak tertutup merata)
   - c. Pastikan balon tidak memiliki lubang sekecil apa pun yang bisa menyebabkan udara mengalir keluar.
4. Amankan balon pada mulut botol dengan beberapa potong selotip yang kuat. Pastikan seluruh mulut balon menutupi rapat bagian mulut botol.
   - a. Begitu selotip sudah ditempelkan, jangan membuka atau menyesuaikan posisinya lagi karena melepaskan selotip dapat merusak balon.
5. Ulangi langkah 1-4 hingga semua botol soda terisi dan tertutup balon. Lihat Gambar 4 di bawah sebagai contoh hasil akhir proses pada tahap ini (perhatikan bahwa ada tiga botol untuk setiap label, bukan hanya satu seperti pada gambar).
6. Lepaskan dan buang sarung tangan. Cuci tangan hingga bersih dengan air mengalir dan sabun. Mengingat percobaan ini menggunakan limbah, maka penting pula untuk membersihkan dengan teliti permukaan timbangan, corong, dan area kerja dengan cairan pemutih.

Menguji Isi Botol

1. Letakkan botol-botol soda di area dengan ventilasi memadai, seperti di teras atau balkon, yang jauh dari api menyala atau percikan listrik.
   - a. Jika botol berada di area yang suhunya relatif dingin, balon mungkin perlu waktu lebih lama untuk mengembang dibandingkan jika botol diletakkan di tempat yang hangat.
2. Gunakan pita pengukur untuk mengetahui ukuran lingkar setiap balon (dalam sentimeter) pada bagian lingkaran yang paling besar. Catat tanggal, waktu, dan lingkar balon pada tabel data di buku catatan.
3. Setiap hari, pada waktu yang kurang lebih sama, ulangi langkah 2 selama total 12 hari.
   - a. Mungkin dibutuhkan waktu sekitar sepekan sebelum kita bisa melihat balon mulai mengembang. Lihat bagian "Solusi" di bawah jika balon tidak mengembang seperti yang seharusnya.
4. Saat mengukur balon, perhatikan juga kondisi botol. Mungkin, akan terlihat bahwa sebagian besar biomassa di dalam sebagian botol telah

Designed by Groupe-Dejour.de

Biomassa: Mengubah Sampah Menjadi Energi

sead : stem

BAHASAN: Perekayasaan, Kimia

TOPIK: Keberlanjutan, Energi, Perubahan Iklim

KATA KUNCI: Bahan organik, pembangkit tenaga uap, hidroelektrik, panas bumi, fermentasi, etanol, pupuk metana, biogas, aerob, bakteri anaerob, mikroorganisme

naik hingga ke bagian paling atas botol seperti ditunjukkan oleh Gambar 5 di bawah. Jika hal ini terjadi, berikan catatan pada buku. Lalu, miringkan botol dengan hati-hati sekitar 45 derajat (agar botol berada dalam posisi horizontal untuk sementara waktu) untuk menurunkan biomassa. Saat botol dimiringkan, pastikan balon tetap aman menutupi botol dan tidak

(a) Biomassa dalam jumlah cukup banyak yang berkumpul di mulut botol dapat memblokir biogas sehingga biogas tidak bisa memasuki balon.

(b) Jika ada satu botol yang perlu dimiringkan, maka hal yang sama harus dilakukan terhadap semua botol lainnya. Sangat penting bahwa setiap botol diberikan perlakuan yang sama.

(c) Mungkin akan terlihat biomassa dalam jumlah banyak berkumpul di bagian atas botol setiap hari selama masa percobaan. Jangan khawatir. Miringkanlah botol setiap kali hal ini terjadi, seperti petunjuk di atas.

Menganalisis Tabel Data

1. Untuk botol berlabel "Kotoran Sapi", buat diagram dengan ukuran lingkar balon (dalam sentimeter) pada sumbu y dan jumlah hari (1-12) pada sumbu x. Gambarlah diagram dengan tangan atau menggunakan komputer, kemudian dicetak.
2. Untuk botol berlabel "Kotoran Sapi+Kulit Sayur", buat diagram dengan ukuran lingkar balon pada sumbu y dan jumlah hari (1-12) pada sumbu x.
3. Untuk botol berlabel "Kotoran Sapi+Pisang Tumbuk", buat diagram dengan ukuran lingkar balon pada sumbu y dan jumlah hari (1-12) pada sumbu x.
4. Bandingkan ketiga diagram. Jenis biomassa mana yang membuat balon mengembang paling cepat? Jenis biomassa mana yang membuat balon mengembang paling besar? Secara keseluruhan, menurutmu, biomassa mana yang paling baik untuk membuat biogas? Menurutmu, apa yang membuat biomassa terbaik itu sangat efektif menghasilkan biogas?

Solusi

1. Jangan khawatir jika tidak semua balon mengembang. Tidak semua botol bisa memproduksi biogas dalam jumlah cukup untuk membuat balon mengembang; namun, seharusnya, minimal sebagian balon mengembang. Jika tidak satu pun balon mengembang, cara-cara berikut ini dapat dicoba untuk mendapatkan hasil yang lebih baik:

   (a) Pastikan kotoran sapi yang digunakan adalah kotoran segar. Lihat langkah 3a "Menyiapkan Botol Berisi Kotoran Sapi" untuk petunjuk lebih lengkap.

   (b) Coba tambah jumlah kotoran sapi yang digunakan. Jika cara ini yang dipilih, maka pastikan penambahan dengan jumlah yang sama dilakukan pada kedua label yang lain, dan terapkan pula pada bahan kulit sayur dan pisang tumbuk.

   (c) Periksa lagi balon untuk memastikan tidak ada lubang kecil dan bahwa balon menutup botol dengan rapat. Untuk mengujinya, pegang balon dengan lembut di satu tangan, kemudian tekan pelan botol dengan tangan yang satu. Balon akan terasa sedikit mengembang.

2. Botol-botol berlabel sama (mis. semua botol berlabel "Kotoran Sapi dan Pisang Tumbuk") mungkin tidak menunjukkan konsistensi dalam hal biogas yang dihasilkan. Hal ini bisa jadi

Designed by Groupe-Dejour.de

Biomassa: Mengubah Sampah Menjadi Energi

sead : stem

BAHASAN

Perekayasaan | Kimia

TOPIK

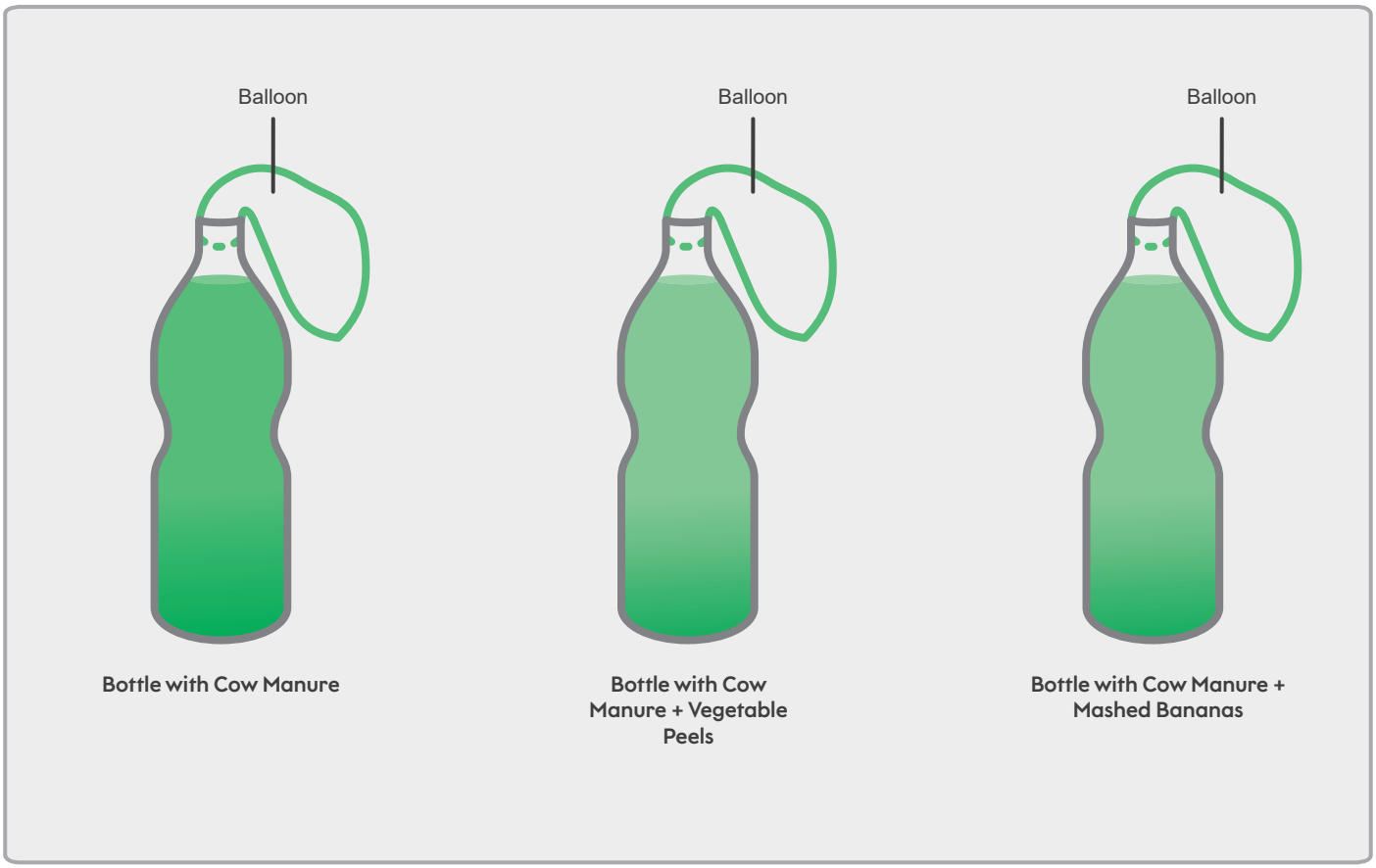
Keberlanjutan | Energi | Perubahan Iklim

KATA KUNCI

Bahan organik | pembangkit tenaga uap | hidroelektrik | panas bumi | fermentasi | etanol | pupuk metana | biogas | aerob | bakteri anaerob | mikroorganisme

disebabkan oleh jumlah udara yang berbeda-beda yang terperangkap di dalam balon saat balon menutupi botol. Lihat langkah 3a "Menyelesaikan Menyiapkan Botol" di atas untuk petunjuk lebih lengkap.

3. Sebagian balon yang mengembang bisa jadi kemudian mengempis (sekitar 2 cm) setelah sepekan. Jika hal ini terjadi, jangan khawatir. Mungkin ada sedikit biogas yang keluar dari balon setelah beberapa waktu. Namun, jika balon yang sudah mengembang tiba-tiba mengempis



PENULIS/SUMBER
Kristin Strong
Science Buddies Staff. "From Trash to Gas: Biomass Energy." Science Buddies, 24 Mar. 2018
https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Energy_p027/energy-power/from-trash-to-gas-biomass-energy

Designed by Groupe-Dejour.de