



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah  
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus  
Tahun 2020

# Rekayasa Teknologi

ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)  
PAKET B SETARA SMP/MTs KELAS IX



MODUL  
TEMA 16



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah  
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus  
Tahun 2020

# Rekayasa Teknologi

ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)  
PAKET B SETARA SMP/MTs KELAS IX



MODUL  
TEMA 16

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Paket B Setara SMP/MTs Kelas IX  
Modul Tema 16 : Rekayasa Teknologi

- **Penulis:** Drs. Abdul Hamid, M.Pd.; Drs. Alexander B. Tanggela
- **Editor:** Dr. Samto; Dr. Subi Sudarto  
Dra. Maria Listiyanti; Dra. Suci Paresti, M.Pd.; Apriyanti Wulandari, M.Pd.
- **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus–Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah–Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

iv+ 72 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

## Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, 1 Juli 2020  
Plt. Direktur Jenderal



Hamid Muhammad

**Modul Dinamis:** Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

## Daftar Isi

Halaman Judul .....	i
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	iv
Petunjuk Penggunaan Modul .....	1
Tujuan yang Diharapkan Setelah Belajar Modul .....	2
Pengantar Modul .....	3
<b>UNIT 1. TANAH DAN KEBERLANGSUNGAN KEHIDUPAN .....</b>	<b>5</b>
A. Peranan Tanah dan Organisme Tanah bagi Keberlangsungan Kehidupan .....	5
B. Proses Pembentukan Tanah dan Komponen Penyusun Tanah..	9
Penugasan 1.1 .....	14
<b>UNIT 2. BIOTEKNOLOGI DAN MANFAATNYA BAGI KEHIDUPAN MANUSIA .....</b>	<b>15</b>
A. Pengertian dan Perkembangan Bioteknologi .....	15
B. Peranan Mikroorganisme dalam Bioteknologi .....	18
Penugasan 2.1 .....	19
C. Penerapan Bioteknologi .....	22
D. Dampak Penerapan dan Pengembangan Bioteknologi .....	28
<b>UNIT 3. TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN .....</b>	<b>31</b>
A. Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan .....	32
B. Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan .....	33
C. Perilaku Hemat Energi dalam Keseharian .....	42
Penugasan 3.1 .....	44
D. Teknologi Tidak Ramah Lingkungan .....	45
Penugasan 3.1 .....	46
Rangkuman .....	47
Latihan Soal .....	51
Kriteria Pindah Modul .....	56
Rubrik Penilaian .....	57
Kunci Jawaban dan Pembahasan .....	60
Saran Referensi .....	68
Daftar Pustaka .....	69
Profil Penulis .....	71



## Petunjuk Penggunaan Modul

Modul mata pelajaran Biologi Paket B Tingkatan IV Setara Kelas IX ini terdiri atas 5 Modul yaitu: (1) Reproduksi Pada Makhluk Hidup; (2) Menolak yang Sejenis; (3) Memanfaatkan Benda Tak Kasat Mata; (4) Rekayasa Teknologi; (5) Listrik Dalam Kehidupan Sehari-hari.

Dalam mempelajari modul ini sangat disarankan untuk dilakukan secara berurutan. Materi masing-masing modul ini disusun secara berurutan dengan urutan materi yang terlebih dahulu perlu dikuasai sesuai dengan prinsip pembelajaran yaitu belajar dari yang konkrit ke yang semakin abstrak, dari mudah ke yang semakin sulit, dari yang dekat dengan lingkungannya ke yang semakin jauh dengan lingkungannya. Dalam setiap unit selalu disajikan beberapa kegiatan. Misalnya, kegiatan penugasan, kegiatan latihan soal, dan sebagainya.

Cepat atau lambatnya penyelesaian modul tersebut sangat tergantung pada kesungguhan Anda dalam mempelajarinya. Ikutilah petunjuk belajar berikut ini agar Anda dapat memahami isi modul ini dengan baik.

1. Yakinkan diri Anda telah siap untuk belajar.
2. Tenangkan pikiran dan pusatkan perhatian Anda pada modul yang akan Anda pelajari.
3. Berdoalah sejenak sesuai agama dan keyakinan Anda dan sekarang Anda siap untuk belajar.

## Pengantar Modul

### Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

Tanah berperan penting bagi tumbuhan dan hewan. Tanah menyediakan nutrisi bagi tumbuhan. Tanah merupakan habitat beberapa organisme seperti cacing, serangga, jamur, alga, dan mikroorganisme. Tanah juga merupakan penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia serta penyedia air di bumi.

Organisme tanah berperan sebagai dekomposer, terlibat dalam reaksi kimia dalam tanah, menguraikan polutan dalam tanah, mencegah tanah berpenyakit, memengaruhi tekstur, dan struktur tanah. Berdasarkan teksturnya, tanah diklasifikasikan menjadi 3 kelompok utama yaitu tanah liat, tanah lempung, dan tanah pasir. Tanah merupakan campuran dari batuan yang telah lapuk, penguraian bahan organik, mineral, air, dan udara. Pelapukan tanah dipengaruhi oleh faktor biologis, kimia, dan fisika. Faktor lain yang memengaruhi pembentukan tanah adalah tipe batuan, topografi, dan waktu. Proses pembentukan tanah melalui empat tahapan besar, yakni : (1) proses pelapukan batuan, (2) pelunakan struktur, (3) tumbuhnya tumbuhan perintis, dan (4) proses penyuburan.

Faktor alam yang dapat memengaruhi nutrisi dalam tanah adalah hujan, banjir, dan erosi tanah. Komponen tanah terdiri atas batuan, udara, humus, air, mineral, dan komponen organik. Kesuburan tanah dipengaruhi oleh kandungan mineral tanah dan ditentukan oleh sifat fisika dan sifat kimia tanah.

### Bioteknologi di Bidang Pangan

Bioteknologi di bidang pangan adalah penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk tertentu. Bioteknologi di bidang pangan memanfaatkan bakteri, ragi, kapang, alga, sel tumbuhan, atau jaringan hewan. Penerapan bioteknologi memadukan berbagai disiplin ilmu, seperti mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi molekuler, kimia, rekayasa proses, dan teknik kimia. Saat ini telah dikembangkan berbagai penerapan bioteknologi, contohnya teknik rekombinasi gen, kultur jaringan, hidroponik, radiasi, dan inseminasi buatan

### Teknologi Ramah Lingkungan

Berdasarkan dampaknya terhadap lingkungan, teknologi dapat dibagi menjadi teknologi tidak ramah lingkungan dan teknologi ramah lingkungan. Teknologi tidak ramah lingkungan pada umumnya menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi atau batu bara, menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan serta berpotensi merusak keseimbangan alam, dan ekosistem. Teknologi ramah lingkungan

4. Baca dan pahami secara mendalam tujuan yang harus dicapai setelah melakukan pembelajaran.
5. Baca dan pahami pengantar modul dengan seksama.
6. Bacalah materi modul secara seksama. tandai dan catat materi yang belum/ kurang Anda pahami.
7. Diskusikan materi-materi yang belum dipahami dengan teman, tutor/ pendidik, dan/ atau orang yang dianggap ahli dalam bidang ini.
8. Carilah beragam sumber atau bacaan lain yang relevan untuk menunjang pemahaman dan wawasan tentang materi yang sedang Anda pelajari.
9. Kerjakan semua penugasan yang ada pada modul untuk mendapatkan pemahaman mengenai materi modul dengan baik.
10. Lakukan penilaian pemahaman dengan mengisi soal-soal latihan yang disediakan di akhir modul.
11. Anda dapat melanjutkan ke modul selanjutnya bila hasil penilaian pemahaman memiliki skor 70 atau lebih.
12. Jika hasil Anda belum memuaskan jangan putus asa, cobalah lebih giat lagi belajar.
13. Bila ada kesulitan untuk memahami materi modul, Anda dapat meminta bantuan teman, tutor, atau orang yang Anda anggap dapat memberikan penjelasan yang lebih baik tentang materi modul.
14. Selamat mempelajari modul ini... !

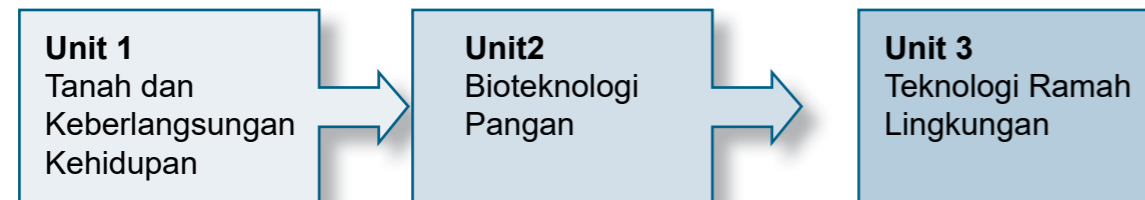
## Tujuan yang diharapkan setelah belajar modul

Setelah membaca dan mempelajari modul ini diharapkan Anda mampu :

1. Menganalisis pentingnya tanah untuk keberlanjutan kehidupan.
2. Menjelaskan keterkaitan antara peran organisme tanah dengan sifat tanah.
3. Membedakan prinsip bioteknologi konvensional dan modern.
4. Menjelaskan peran mikroorganisme dalam proses bioteknologi pangan.
5. Membuat produk bioteknologi konvensional dengan memanfaatkan sumber daya yang ada di sekitarnya.
6. Menganalisis dampak penggunaan teknologi tidak ramah lingkungan terhadap lingkungan.
7. Menjelaskan dampak positif dan negatif penerapan teknologi terhadap lingkungan sekitar.
8. Mengidentifikasi energi alternatif yang paling sesuai atau yang paling mungkin diterapkan di lingkungan sekitar.

merupakan bentuk aplikasi teknologi dengan tujuan memberi kemudahan bagi aktivitas dan pemenuhan kebutuhan manusia dengan memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Beberapa prinsip teknologi ini diantaranya adalah mengurangi jumlah limbah dengan cara mengoptimalkan penggunaan bahan (Reduce), memakai kembali bahan-bahan yang tidak terpakai atau sudah berupa limbah dan diproses dengan cara yang berbeda (Reuse), menggunakan kembali bahan-bahan atau limbah dan diproses dengan cara yang sama (Recycle); Teknologi ramah lingkungan dapat diterapkan di bidang energi dan industri, lingkungan, dan transportasi. Perlunya langkah nyata sehari-hari kita dalam menghemat energi secara sederhana dan berperilaku ramah lingkungan dibahas di modul ini.

Modul yang bertema Rekayasa Teknologi ini terdiri atas 3 unit pembelajaran yang digambarkan pada Gambar 1. Alur Isi modul berikut. Selain penjelasan mengenai materi, modul ini juga dilengkapi dengan penugasan dan latihan untuk menguji pemahaman dan penguasaan terhadap materi yang telah Anda pelajari



Gambar 1. Alur isi Modul 16 Rekayasa Teknologi

## UNIT 1

# Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

Tanah merupakan lapisan terluar dari kulit bumi, namun pengaruhnya terhadap kehidupan sangat besar. Tanah merupakan tempat hidup (habitat) bagi keragaman hayati dimana 25% dari spesies bumi tinggal di tanah. Tanah adalah tempat produksi sebagian besar makanan bagi makhluk hidup. Selain itu, tanah dapat berfungsi untuk menyediakan ekosistem melalui berbagai interaksi yang kompleks antar organisme dalam tanah dan tanah itu sendiri. Interaksi tersebut antara lain dapat berupa proses pembentukan tanah, penyaringan air, penunjang kesehatan maupun penyediaan senyawa yang bermanfaat.

Begini penting peran tanah bagi kehidupan, coba Anda bayangkan, jika tidak ada daratan di manakah kita dan organisme lainnya akan tinggal? Apa peran organisme tanah bagi keberlangsungan kehidupan di bumi ini? Bagaimana proses pembentukan tanah dan apa saja komponen penyusun tanah? Kenapa beberapa daerah bertanah subur dan beberapa daerah lainnya tanahnya tandus? Untuk memperoleh jawaban dari pertanyaan tersebut, yuk...pelajari bersama uraian berikut.

### A. Peran Tanah dan Organisme Tanah bagi Keberlangsungan Kehidupan

Tanah merupakan komponen penting bagi keberlangsungan kehidupan di bumi. Anda tentu tahu bahwa tanah sangat bermanfaat bagi tumbuhan sebagai tempat tinggal (habitat) dan tempat untuk tumbuh. Tanah mendukung kehidupan tumbuhan dengan menyediakan unsur hara atau nutrisi dan air sekaligus sebagai penopang akar. Struktur tanah yang berongga-rongga juga menjadi tempat yang baik bagi akar untuk bernapas dan tumbuh. Tanah juga menjadi habitat hidup berbagai organisme tanah dan mikroorganisme. Mikroorganisme adalah organisme yang berukuran sangat kecil yang hanya bisa dilihat dengan menggunakan mikroskop. Bagi sebagian besar hewan darat, tanah menjadi lahan untuk hidup dan bergerak. Begitu penting peran tanah dan organisme tanah bagi kehidupan.

#### 1. Peran Tanah

Tanah merupakan tempat hidup bagi berbagai makhluk hidup, termasuk tempat hidup bagi tumbuhan. Tumbuhan memerlukan unsur hara atau nutrisi pada tanah yang berupa mineral-mineral dan air yang terkandung dalam tanah. Beberapa tumbuhan, misalnya tanaman polong-polongan dan kacang-kacangan membutuhkan bakteri yang

ada di tanah untuk membantu akar melakukan penyerapan dan pengolahan zat hara. Beberapa peran tanah antara lain sebagai berikut :

a. Tempat hidup (habitat) beberapa organisme.

Tanah berfungsi sebagai tempat hidup beberapa organisme seperti cacing, serangga, jamur, alga, dan mikroorganisme (bakteri).

b. Penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia.

c. Penyedia tambang atau bahan galian.

Selain mengandung nutrisi yang penting bagi tumbuhan, tanah menyimpan berbagai macam sumber daya alam seperti, logam, batu bara dan minyak bumi yang dibutuhkan oleh manusia untuk menunjang kehidupan sehari-hari. Emas, perak, timah dan benda logam lain tersebar luas di dalam tanah, tetapi hanya beberapa wilayah di Indonesia yang tanahnya mengandung logam-logam tersebut. Batubara dan minyak bumi juga tersimpan di dalam tanah, sehingga perlu dilakukan penambangan dan pengeboran untuk mendapatkannya.

d. Penyedia dan penyaring air

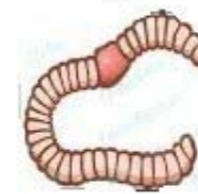
Air yang bersih berasal dari tanah biasanya dimanfaatkan untuk minum, mandi, mencuci, dan memasak oleh masyarakat. Rumah tangga dan industri banyak menghasilkan limbah berupa air. Air kotor sisa buangan rumah tangga atau industri ada yang diolah dan ada juga yang langsung dibuang ke tanah melalui aliran sungai. Beberapa bahan penyebab polusi (polutan) yang masuk ke tanah yang melalui air atau secara langsung masuk ke tanah dapat dinetralkan dan menjadi bahan yang tidak membahayakan lingkungan. Hal ini karena di dalam tanah terdapat bakteri atau mikroorganisme yang berfungsi menguraikan senyawa kompleks atau yang berbahaya menjadi lebih sederhana dan tidak merusak lingkungan.

## 2. Peran Organisme Tanah

Organisme tanah atau disebut juga biota tanah merupakan semua makhluk hidup baik hewan (fauna) maupun tumbuhan (flora) yang seluruh atau sebagian dari fase hidupnya berada dalam sistim tanah. Tanah menyimpan milyaran organisme di dalamnya. Selain makhluk hidup yang tampak secara kasat mata, di dalam tanah juga terdapat milyaran organisme yang tinggal di dalamnya.

Organisme tanah pada umumnya berada pada lapisan tanah bagian atas, kurang lebih 10 cm di bawah permukaan tanah. Aktivitas biologis yang ada di tanah 80-100% dilakukan oleh jamur dan bakteri. Hasil dari aktivitas biologis yang dilakukan oleh hewan, jamur dan mikroorganisme inilah yang dapat memengaruhi kesuburan, tekstur dan kegemburan tanah. Beberapa peran organisme tanah, antara lain sebagai:

### a. Dekomposer



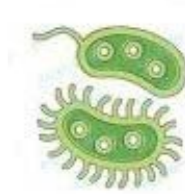
Gambar 2. Cacing Tanah



Gambar 3. Jamur pengurai



Gambar 4. Serangga



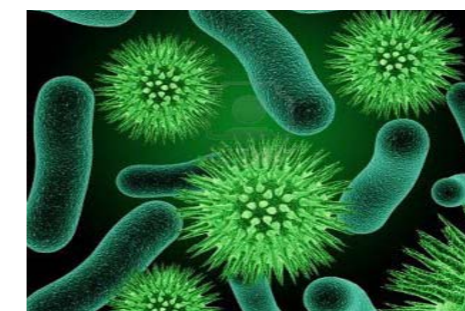
Gambar 5. Bakteri

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

Tahukah Anda bahwa keberadaan dekomposer (pengurai) memiliki peran yang sangat penting dalam setiap ekosistem. Dekomposer adalah organisme yang bersifat saprofit yang mampu menguraikan, atau memecah bahan organik pada sampah atau makhluk lain yang telah mati. Oleh dekomposer, organisme yang mati akan diuraikan dan dikembalikan ke tanah menjadi unsur hara (zat anorganik) yang penting bagi pertumbuhan tumbuhan. Contoh: bakteri pengurai dan jamur saprofit. Organisme ini melakukan proses pembusukan terhadap bahan-bahan organik yang berasal dari sisa makhluk hidup. Jadi dekomposisi adalah proses penting karena memungkinkan bahan organik untuk didaur ulang dalam suatu ekosistem. Misalnya, daun-daun yang telah jatuh ke tanah, ranting-ranting, dan jasad hewan yang telah mati menjadi materi organik yang lebih sederhana.

Selain menguraikan materi organik, organisme tanah juga dapat membantu pelapukan batuan menjadi bahan-bahan anorganik atau yang biasa kita sebut mineral tanah. Materi organik dan mineral yang ada di tanah inilah yang disebut dengan zat hara atau nutrisi bagi tanaman. Keberadaan organisme tanah sebagai dekomposer dimanfaatkan untuk membuat pupuk kompos, yaitu pembuatan pupuk dari bahan organik. Coba bayangkan apa yang akan terjadi bila di dunia ini tidak ada organisme pengurai, bumi kita ini akan penuh dengan sampah bukan?

### b. Pereaksi Kimia dalam tanah



Gambar 6. Bakteri pengurai isi septitank  
Sumber: <https://freezongz.weebly.com>



Gambar 7. Jamur Mikoriza  
<https://paktanimu.blogspot.com>



Gambar 8. Bakteri Nitrosomonas  
Sumber: <https://www.britannica.com>

Bakteri dan jamur yang terdapat di tanah terlibat dalam reaksi penguraian materi organik. Misalnya: 1) bakteri Nitrosomonas yang terlibat dalam reaksi penguraian materi organik kompleks yang berasal dari sisa makhluk hidup menjadi nitrat, senyawa

yang dibutuhkan oleh tumbuhan. 2) Mikoriza, yaitu jamur yang mampu berperan dalam peningkatan pertumbuhan tanaman, yaitu membantu tanaman dalam meningkatkan kemampuan akar menyerap unsur hara yang dibutuhkan tanaman berupa fosfor. Selain itu mikoriza juga berperan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen akar dan tahan terhadap kondisi tertentu, khususnya kekeringan.

c. Pengurai Polutan dalam tanah

Organisme tanah dapat berperan sebagai agen biologis yang mampu membersihkan polutan dalam tanah. Organisme tanah menguraikan bahan kimia yang masuk ke tanah misalnya herbisida dari hasil pertanian. Penguraian herbisida dapat dilakukan dengan lebih cepat jika aktivitas organisme tanah semakin tinggi. Unsur racun dalam polutan seperti arsenik, kromium, dan merkuri dapat “terkunci” di tanah karena terakumulasi di dalam tubuh bakteri. Polutan-polutan tersebut dapat mengurangi polusi untuk tidak bertambah parah.

d. Pencegah Penyakit Tanah

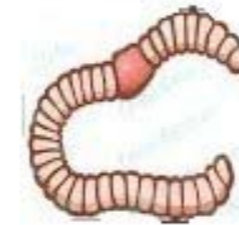
Pada kondisi normal ketika tanah memiliki jumlah senyawa organik dan aktivitas organisme yang tinggi, maka organisme tanah dapat melawan organisme penyakit yang masuk ke tanah. Kondisi tanah yang normal dapat tercipta ketika aktivitas pertanian dan perkebunan tidak berlebihan dan tidak banyak menggunakan bahan kimia untuk pupuk dan pestisida. Secara alami, organisme yang ada di dalam tanah memanfaatkan prinsip pengendalian biologis, yaitu predator dan mangsa sehingga organisme yang mengganggu tanah dapat terkendali.

e. Pemberi Pengaruh pada Tekstur Tanah

Tanah dapat digolongkan menjadi beberapa jenis berdasarkan teksturnya, jenis tanah dapat ditentukan berdasarkan jumlah partikel penyusun yang paling banyak terdapat pada tanah tersebut. Partikel yang terdapat di dalam tanah adalah pasir, liat, dan debu. Tekstur tanah secara sederhana dapat ditentukan berdasarkan uji rasa atau menentukan tekstur tanah. Tanah memiliki ukuran partikel yang berbeda-beda oleh karena itu kita menggolongkan tanah menjadi beberapa jenis tanah seperti tanah lempung, tanah liat dan pasir, ataupun tanah campuran dari ketiganya.

f. Pengatur Kegemburan dalam Struktur Tanah

Organisme tanah membantu terbentuknya struktur tanah. Struktur tanah merupakan susunan partikel-partikel tanah yang terikat satu sama lain menjadi suatu gumpalan. Partikel-partikel tanah direkatkan oleh suatu perekat seperti bahan organik yang dihasilkan oleh organisme tanah. Lendir yang dihasilkan oleh organisme tanah akan bercampur dengan tanah dan membuat partikel tanah terkumpul membentuk gumpalan-gumpalan tanah. Gumpalan tanah yang baik akan menunjang kehidupan



Gambar 9. Cacing tanah  
Sumber: <https://freezongz.weebly.com>



Gambar 10. Lipan  
Sumber: <https://pop.mama.com>



Gambar 11. Semut  
Sumber: <https://depositphotos.com>

organisme tanah dan juga menunjang pertumbuhan populasi organisme tanah. Keberadaan jamur di tanah juga mampu membantu pembentukan gumpalan tanah. Struktur tanah dan kegemburan tanah saling memiliki keterkaitan. Organisme tanah juga mampu membuat pori-pori tanah yang dapat menggemburkan tanah dan memungkinkan udara masuk ke dalam tanah (aerasi tanah). Pori-pori tanah dapat terbentuk karena adanya pergerakan organisme tanah seperti cacing tanah, lipan, semut dan kaki seribu. Pori-pori tanah juga berguna untuk meningkatkan penyerapan air oleh tanah. Tanah yang memiliki aerasi dan jumlah air yang cukup, sangat baik untuk menunjang pertumbuhan tanaman.

Tentunya Anda telah memahami pentingnya Peran Tanah dan Organisme Tanah bagi kehidupan makhluk hidup, bukan? Nah, setelah Anda mempelajari tentang pentingnya peran tanah dan peran organisme tanah bagi kehidupan, simaklah uraian tentang proses pembentukan tanah dan komponen penyusun tanah berikut.

## B. Proses Pembentukan Tanah dan Komponen Penyusun Tanah

Tanah merupakan tempat tinggal milyaran makhluk hidup yang sangat berperan dalam kelangsungan hidup di bumi. Makhluk hidup yang tak tampak oleh penglihatan kita bukanlah makhluk hidup yang tidak berguna, justru organisme itulah yang membantu menyediakan nutrisi untuk tumbuh-tumbuhan. Tanah adalah bagian permukaan bumi yang merupakan tempat tumbuhnya berbagai jenis tumbuhan serta sebagai habitat berbagai jenis hewan dan mikroorganisme. Bagaimana proses pembentukan tanah dan apa saja komponen penyusun tanah?

### 1. Proses Pembentukan Tanah

Tanah adalah salah satu bagian dari lapisan bumi atau litosfer. Tanah berasal dari batu-batuan yang mengalami proses pelapukan dan beraneka tahapan tertentu. Proses pembentukan tanah ini melalui beberapa tahapan, yang diawali dari proses pelapukan yang berlangsung terus menerus sampai bahan induk tanah bisa berubah menjadi tanah.

Proses pembentukan tanah ini secara umum dapat dibagi dalam empat tahapan besar, yakni : (1) proses pelapukan batuan, (2) pelunakan struktur, (3) tumbuhnya tumbuhan perintis, dan (4) proses penyuburan. Untuk memahami proses pembentukan tanah mari simak uraian berikut ini.



#### a. Proses Pelapukan Batuan

Tahap paling awal adalah adanya proses pelapukan batuan, yang dapat terjadi secara fisik maupun kimia. Batuan disebut sebagai bahan induk tanah. Batuan atau bahan induk ini melalui serangkaian proses fisik, berupa peningkatan atau penurunan suhu, pembekuan, pengeringan, aliran air atau angin. Lambat laun, bahan induk mengalami pelapukan batuan dalam proses kimia dan atau biologi. Bahan induk tanah ini mengalami perubahan-perubahan yang diakibatkan oleh adanya penambahan, pengurangan atau translokasi bahan-bahan. Batuan di tahap ini melunak sehingga mengalami perubahan komposisi. Batuan yang lapuk ini masih belum bisa disebut sebagai tanah, melainkan bahan tanah. Disebut bahan tanah karena material ini masih menunjukkan adanya struktur batuan induknya.

#### b. Proses Pelunakan Struktur Batuan

Batuan-batuan yang telah menjadi bahan tanah akan mengalami proses pelunakan. Proses pelunakan bahan tanah ini banyak dipengaruhi oleh air dan udara. Air dan udara akan masuk dan merembes dalam sela-sela remahan batuan sehingga mengakibatkan lunaknya struktur batuan. Air dan udara juga ikut mendorong calon makhluk hidup masuk di sela-sela remahan batuan sehingga dapat mulai tumbuh di permukaannya. Namun, hanya organisme tertentu yang mampu hidup dan berkembang pada tahapan ini, seperti mikroba dan lumut. Proses pelapukan struktur batuan ini terjadi dalam rentang waktu yang lama. Diperkirakan oleh para ahli, proses pelapukan struktur batuan ini dapat berlangsung hingga jutaan tahun.

#### c. Tumbuhnya Tumbuhan Perintis

Struktur batuan yang telah mengalami pelapukan akan memasuki proses tumbuhnya tumbuhan perintis. Jadi, pada batuan lunak tadi akan ditumbuhi aneka jenis tumbuhan perintis, seperti lumut. Tumbuhan perintis dapat berukuran lebih besar daripada lumut. Akar-akar tumbuhan perintis akan masuk ke sela-sela dalam batuan lunak tersebut. Keberadaan akar-akar inilah yang membantu pemecahan batuan. Adanya asam humus yang mengalir dari bagian permukaan batuan juga memungkinkan batuan yang ada di bagian dalam bisa mengalami pelapukan secara sempurna. Di tahap inilah, proses pelapukan biologi dimulai.

#### d. Proses Penyuburan

Awalnya, tanah hanya mengandung mineral-mineral yang berasal dari proses pelapukan batuan. Selanjutnya, akan terjadi proses penyuburan akibat adanya pelapukan materi-materi organik yang berasal dari hewan dan tumbuhan yang mati. Dalam proses penyuburan ini, mikroorganisme tanah memainkan peran penting.

Setelah melalui proses penyuburan, terbentuklah tanah yang sempurna, yakni berupa tanah yang biasa kita lihat dalam sehari-hari. Dari tanah ini, kita bisa menyaksikan berbagai tumbuhan dan hewan autotrof yang memperoleh sumber makanannya dalam

media tanah. Proses pembentukan tanah ini berlangsung terus menerus, karena masih terdapat faktor-faktor yang memengaruhinya. Beberapa faktor yang memengaruhi proses pembentukan tanah yaitu:

- a. faktor iklim, faktor iklim yang dimaksud ialah keadaan suhu atau temperatur memengaruhi proses pelapukan pada batuan seperti, saat siang hari batuan terkena panas dan malam hari batuan terkena suhu dingin. Akibat dari suhu tersebut maka batuan akan mengalami pelapukan kemudian ditambah dengan terjadinya hujan maka proses penghancuran batuan akan semakin cepat. Akibat dari penghancuran batuan maka terbentuklah tanah secara alami akibat faktor iklim.
- b. faktor organisme, terbentuknya tanah akibat pelapukan pada organisme seperti pelapukan pada hewan atau tumbuhan yang telah mati kemudian dari hasil pelapukan akan menjadi tanah yang disebut dengan tanah organik pada tanah organik biasanya mengandung banyak humus
- c. bahan induk, bahan induk merupakan asal dari terbentuknya tanah. Tanah yang terbentuk dari proses pelapukan pada umumnya akan memiliki ciri-ciri yang sama dengan bahan induknya. Bahan induk berasal dari batuan seperti batuan beku, batuan sedimen, batuan metamorf maupun batuan vulkanik. Contoh tanah yang berasal dari bahan induk seperti, tanah pasir yang berasal dari batuan kuarsa atau pasir kuarsa.
- d. faktor topografi, faktor topografi berkaitan dengan kemiringan sebuah lereng, semakin miring suatu lereng maka akan semakin cepat terjadinya erosi dan semakin cepat pula terbentuknya tanah sedimen pada daerah dataran rendah.
- e. waktu, faktor waktu akan memengaruhi proses pembentukan tanah seperti usia tanah muda, dewasa dan tanah tua. Tanah yang baru terbentuk dapat dikategorikan sebagai tanah muda sedangkan tanah yang sudah siap diolah dikategorikan sebagai tanah dewasa dan saat tanah mengalami banyak pencucian dan kekurangan potensi maka tanah tersebut dikategorikan sebagai tanah tua.

Dari kelima faktor tersebut, faktor yang paling dominan dalam pembentukan tanah yaitu faktor iklim, sebab faktor iklim sangat memengaruhi terjadinya pelapukan pada batuan atau bahan induk yang disebabkan oleh adanya perubahan suhu dan intensitas curah hujan.

## 2. Komponen Penyusun Tanah

Komponen penyusun tanah adalah bahan yang berpengaruh terhadap pembentukan tanah, sehingga menjadi satu kesatuan bagian yang utuh dan membentuk bagian yang baru. Tanah merupakan bagian permukaan bumi tempat tumbuhnya berbagai jenis tumbuhan serta tempat hidupnya berbagai jenis hewan dan milyaran mikroorganisme.

Beberapa Komponen Penyusun Tanah antara lain:

a. Batuan

Batuan merupakan bahan padat yang terbentuk secara alami yang tersusun dari campuran mineral dan senyawa dengan berbagai komposisi. Para ahli geologi mengelompokkan batuan menjadi 3 jenis berdasarkan proses terjadinya: yaitu batuan beku, sedimen, dan metamorf. Batuan dapat berasal dari magma gunung berapi yang mendingin. Batuan-batuan yang ada di bumi tersebut mengalami pelapukan sehingga menjadi bahan pembentuk tanah.

b. Udara

Meskipun tanah adalah benda yang kelihatan padat, tetapi sebenarnya di tanah-tanah tersebut terdapat rongga-rongga yang terisi udara. Rongga udara terdapat di antara partikel (butiran) tanah, di antara batuan dan partikel tanah, di antara partikel tanah dengan akar tumbuhan ataupun di antara akar tanaman dengan batuan. Rongga udara juga dapat terbentuk oleh aktivitas hewan tanah, misalnya cacing.

c. Humus

Humus adalah komponen organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi (penguraian) hewan atau tumbuhan yang telah mati, daun yang gugur, ataupun feses oleh bakteri dan jamur. Humus adalah tanah yang memiliki tekstur gembur dan memiliki banyak pori-pori sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran udara. Kondisi tersebut menyebabkan tanah humus akan memperoleh cukup udara dan mampu mempertahankan air sehingga tanah selalu lembab. Selain itu, humus mengandung mineral-mineral dan nutrisi yang penting bagi pertumbuhan tumbuhan.

d. Air

Makhluk hidup yang hidup di tanah pada umumnya butuh kelembaban tanah. Kelembaban tanah disebabkan karena keberadaan air di dalam tanah. Begitu pula tumbuhan juga membutuhkan air. Air diserap oleh tumbuhan setelah air menembus tanah dan mencapai akar.

e. Mineral

Di dalam kerak bumi inilah terdapat banyak kandungan mineral berupa ion-ion positif dan ion-ion negatif. Beberapa ion positif yang ada dalam tanah adalah kalium ( $K^+$ ) kalsium ( $Ca^{2+}$ ) dan magnesium ( $Mg^{2+}$ ) Sedangkan ion-ion negatif adalah nitrat ( $NO_3^-$ ) fosfat ( $H_2PO_4^-$ ) dan sulfat ( $SO_4^{2-}$ ) Ion-ion tersebut merupakan nutrisi bagi tumbuhan yang diserap melalui akar. Kandungan mineral dalam tanah yang berbeda-beda menentukan sifat dan karakter suatu tanah. Tidak semua tanah sesuai untuk bercocok tanam.

f. Komponen organik

Tanah merupakan tempat hidup dari beberapa makhluk hidup mulai dari bakteri, jamur, alga, serangga, dan cacing tanah. Organisme tanah tersebut menguraikan

bahan-bahan yang berasal dari makhluk hidup sehingga menghasilkan material organik di dalam tanah.

Tanah yang subur tidak hanya ditentukan oleh kandungan mineral di dalamnya tetapi juga sifat fisika dan kimia tanah.



Gambar 12. Tanah Subur di Pulau Jawa  
Sumber: <http://ketahananpangannasional.blogspot.com/>



Gambar 13. Padang Tandus di pulau Timor  
Sumber: <https://www.google.com/www.kompasiana>

Jadi secara umum, sifat fisika berupa sifat yang dapat diamati secara langsung seperti tekstur tanah, struktur tanah, konsistensi tanah, warna, suhu, lengas tanah, drainase tanah dan porositas. Sedangkan sifat kimia tanah berupa struktur atau penyusun tanah seperti unsur hara, pH, dan bahan organik.

Salah satu sifat kimia tanah yang menjadi indikator kesuburan tanah adalah derajat keasaman atau pH tanah. Tanah yang subur memiliki pH tanah sekitar 7. Pada kisaran pH tersebut tumbuhan dapat menyerap nutrisi secara optimal. Tanah dapat kehilangan kandungan mineral dan nutrisi akibat beberapa kejadian alam seperti hujan dan banjir. Upaya untuk menjaga agar tanah tidak kehilangan nutrisinya diantaranya adalah dengan reboisasi dan terasering.

Semakin gelap warna tanah kandungan bahan organiknya tinggi. Warna tanah yang gelap juga akan menyerap panas lebih cepat dibandingkan dengan warna yang terang karena banyak menyerap panas maka kandungan air pada tanah yang gelap akan lebih cepat menguap sehingga tanah lebih cepat kering. Kondisi warna tanah inilah yang secara tidak langsung dapat dikatakan berpengaruh terhadap tingkat kesuburan tanah. Warna tanah akan memengaruhi temperatur dan kelembaban sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, aktivitas, organisme tanah, dan struktur tanahnya.

Untuk menambah pemahaman, Anda dapat melakukan kegiatan pada rubrik Penugasan berikut.

## Penugasan 1.1

Membuat alur proses pembentukan tanah dan komponen penyusun tanah.

### Tujuan

Melalui penugasan ini diharapkan Anda dapat:

1. Mendeskripsikan alur proses pembentukan tanah.
2. Menjelaskan komponen-komponen penyusun tanah.

### Media

Beragam buku referensi, buku catatan, alat tulis.

### Langkah - langkah

1. Carilah informasi dari berbagai sumber tentang proses pembentukan tanah dan komponen penyusun tanah.
2. Deskripsikan alur proses pembentukan tanah secara singkat.
3. Jelaskan komponen-komponen penyusun tanah.
4. Komunikasikan hasil kerja Anda dengan baik.
5. Serahkan hasil karya Anda ke Tutor sebagai bagian dari penilaian portofolio.

Pelajaran Unit 1 telah selesai. Anda telah memahami dengan baik tentang materi Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan, bukan? Selanjutnya Anda akan kami ajak untuk mempelajari Unit 2 tentang Bioteknologi Untuk Meningkatkan Produksi Pangan. Apakah Anda siap melanjutkan belajar? Jika Anda merasa lelah, istirahatlah sejenak. Lanjutkan belajar jika Anda sudah siap belajar kembali. Tetap Semangat Belajar ya...!

## UNIT 2

## Bioteknologi dan Manfaatnya Bagi Kehidupan Manusia



Gambar 14. Aneka produk bioteknologi  
Sumber: <https://datakata.wordpress.com>

Anda pasti mengenal aneka produk makanan seperti terlihat pada gambar di atas, bukan? Ada tape, tempe, kecap, yoghurt, keju dan sebagainya. Produk makanan tersebut tidak dibuat dengan asal buat lho. Pembuatan produk makanan tersebut melibatkan peran suatu organisme hidup yang tidak kasat mata yang hanya bisa dilihat dengan alat bantu. Aneka makanan tersebut merupakan suatu contoh produk bioteknologi. Nah, sekarang Anda pasti ingin tahu seperti apa bioteknologi itu? Yuk simak uraian berikut.

### A. Pengertian dan Perkembangan Bioteknologi

#### 1. Pengertian Bioteknologi

Bioteknologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari penerapan prinsip-prinsip biologi yang digunakan manusia untuk tujuan tertentu. Secara umum bioteknologi didefinisikan sebagai cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup dalam

proses produksi untuk menghasilkan produk dan jasa yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Bioteknologi digunakan untuk menghasilkan produk baru, misalnya obat-obatan dan makanan. Umumnya penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari menggunakan mikroorganisme karena dapat tumbuh dengan cepat, mengandung protein yang cukup tinggi, dapat menggunakan produk sisa sebagai substratnya.

Saat ini, perkembangan bioteknologi tidak hanya didasarkan pada biologi semata, tetapi juga pada ilmu-ilmu terapan dan murni lain, seperti biokimia, komputer, biologi molekular, mikrobiologi, genetika, kimia, matematika, dan lain sebagainya. Dengan kata lain, penerapan bioteknologi didukung oleh berbagai ilmu dalam proses produksi barang dan jasa.

## 2. Perkembangan Bioteknologi

Bioteknologi sederhana telah dikenal sejak 6000 tahun atau millennium VI sebelum masehi. Penerapan bioteknologi sudah dilakukan sejak dulu, misalnya dalam pembuatan makanan fermentasi dan pembuatan obat. Perkembangan pesatnya mulai sangat terasa pada awal abad XX masehi. Makanan dan minuman hasil fermentasi, seperti tempe, tape, bir, yoghurt, dan cuka. Dengan bioteknologi dihasilkan obat-obatan, seperti vaksin hepatitis, antibiotik dan hormon insulin. Tahun 1797, Edward Jenner menggunakan mikroorganisme hidup untuk menghasilkan vaksin penyakit cacar. Beberapa penerapan bioteknologi oleh para ahli dapat Anda lihat pada Tabel berikut.

No	Tahun	Penerapan Bioteknologi
1	1750-1850	Orang telah menggunakan cara penanaman kacang-kacangan secara bergantian sehingga tanah menjadi subur
2	1850	Makanan hewan dan baja kimia telah dihasilkan
3	1856	Gregor Mendel berhasil menyilangkan kacang kapri
4	1864	Louis Pasteur menemukan bahwa mikroorganisme bisa dimatikan
5	1893	Robert Koch menciptakan teknik mengkultur bakteri
6	1928	Alexander Fleming menemukan penisilin
7	1953	Watson dan Crick mengemukakan struktur DNA
8	1973	Gen diambil dan dipisahkan dari sel
9	1996	Ian Wilmut dan teman-teman berhasil mengkloning hewan domba Dolly

Tabel 2.1 Perkembangan Penerapan Bioteknologi oleh Para Ahli

Dalam bioteknologi, manusia memanfaatkan sel hewan dan sel tumbuhan atau mikroorganisme untuk menghasilkan produk tertentu. Mikroorganisme adalah makhluk hidup sederhana yang terbentuk dari satu atau beberapa sel yang hanya dapat dilihat dengan alat bantu seperti mikroskop, misalnya jamur, bakteri, dan kapang.

Aplikasi bioteknologi dibedakan menjadi 2 macam yaitu bioteknologi konvensional atau tradisional dan bioteknologi modern.

### a. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional sering disebut dengan bioteknologi tradisional. Bioteknologi konvensional dapat diartikan sebagai bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, seperti jamur dan bakteri yang menghasilkan enzim tertentu yang dimetabolisme untuk mendapatkan produk yang diinginkan. Kegiatan bioteknologi konvensional hanya menggunakan mikroorganisme melalui proses fermentasi dalam skala kecil dan pembuatannya masih sangat sederhana tanpa adanya fertilisasi. Selama fermentasi, gula yang terkandung dalam makanan diubah oleh mikroorganisme.

Bioteknologi konvensional menggunakan bahan yang harganya relatif murah dan mudah didapat. Teknologi yang digunakan juga tergolong sederhana dan tidak memiliki dampak negatif jangka panjang serta bisa meningkatkan nilai gizi makanan. Namun demikian, proses bioteknologi sangat mudah dipengaruhi oleh kondisi alam, antara lain suhu dan hama di lingkungan tersebut.

Bioteknologi konvensional memiliki beberapa ciri, antara lain :

- Dikenal sejak awal peradaban manusia.
- Peralatan yang digunakan sederhana.
- Pemanfaatan mikroorganisme terbatas.
- Jumlah produk yang diproduksi dalam jumlah kecil
- Teknologi yang digunakan masih sederhana
- Prosesnya relatif tidak steril, sehingga kualitas hasilnya tidak bisa dijamin

### b. Bioteknologi Modern

Berbeda dengan bioteknologi konvensional, bioteknologi modern menggunakan peralatan, teknologi, dan cara yang sangat canggih. Tidak semua orang bisa

melakukan kegiatan bioteknologi modern. Mengapa? Karena selain menggunakan peralatan dan teknologi yang canggih, juga diperlukan keterampilan dan ilmu khusus untuk menjalankan jenis kegiatan bioteknologi ini.

Bioteknologi modern merupakan bioteknologi yang menerapkan teknik rekayasa genetika. Rekayasa genetika adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA baru. Manipulasi materi genetik dilakukan dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu.

Ciri-ciri Bioteknologi Modern adalah sebagai berikut:

- 1) Menggunakan teknik rekayasa genetika;
- 2) Membutuhkan keahlian khusus;
- 3) Menggunakan peralatan yang modern;
- 4) Pemanfaatan mikroorganisme dan teknologi yang modern.

## B. Peranan Mikroorganisme dalam Bioteknologi

Beberapa makanan olahan yang sering kita konsumsi dan sering kita temui di pasar atau super market selama ini tanpa kita sadari ternyata merupakan hasil dari penerapan bioteknologi. Jika kita mempelajari lebih dalam bagaimana bahan pangan itu diproduksi, kita akan menemukan peran beberapa mikroorganisme di dalamnya. Penerapan dari prinsip bioteknologi ini adalah memakai prinsip tradisional yang memakai fermentasi. Pengertian fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia karbohidrat menjadi alkohol atau menjadi asam oleh mikroorganisme. Untuk jenis makanan dan minuman yang menggunakan prinsip fermentasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Peran mikroorganisme dalam bioteknologi antara lain adalah sebagai berikut:

### 1. Penghasil Makanan atau Minuman

Beberapa mikroorganisme dapat dimanfaatkan untuk membuat produk yang diolah dari susu antara lain yoghurt, keju dan mentega. Yang berasal dari non susu antara lain kecap, tempe, tape, dan minuman beralkohol seperti anggur dan tuak. Proses pembuatan tempe masih perlu ditingkatkan dengan berbagai penelitian karena tempe memiliki kandungan gizi tinggi, terutama protein nabati dan memiliki beberapa khasiat antara lain menurunkan kolesterol darah, mencegah anemia.

Berikut contoh makanan atau minuman dengan memanfaatkan mikroorganisme melalui proses fermentasi dalam proses produksinya.

No	Bahan Mentah	Mikroorganisme Pengolah	Produk Baru
1	Susu	Aspergillus bulgaricus dan L acidophillus	Yoghurt
2	Susu	Lactobacllus casei	Keju
3	Susu	Leuconostoc cremoris	Mentega
4	Kacang Kedelai	Aspergillus wentii	Kecap
5	Kacang Kedelai	Rhizopus oryzae	Tempe
6	Kacang Kedelai	Aspergillus oryzae	Tauco
7	Bungkil kacang	Neurospora sitophila	Oncom
8	Singkong atau beras ketan	Saccharomyces cerevisiae	Tape
9	Tepung terigu	Saccharomyces cerevisiae	Berbagai jenis kue
10	Buah anggur	Saccharomyces cerevisiae	Minuman anggur (wine)
11	Air kelapa	Acetobacter Xylinum	Nata de coco

Tabel 2.2. Produk-produk Bioteknologi Konvensional dengan Memanfaatkan Mikroorganisme

## Penugasan 2.1

Membuat produk bioteknologi konvensional (tape Ketan)



### Tujuan

- Mempraktekkan proses pembuatan produk bioteknologi konvensional dengan bahan yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar dengan menggunakan metode ilmiah;
- Menumbuhkan jiwa wirausaha.



### Alat dan Bahan

Kompur, dandang, panci, tampah atau nampan, sendok kayu, beras ketan dan ragi tape.

## Langkah kerja

1. Timbang beras ketan 0,5 kg, rendam dengan air dingin semalam.
2. Cuci sampai bersih, kukus sampai setengah matang.
3. Siram dengan air mendidih 1 gelas untuk setiap 1 kg beras ketan secara merata.
4. Aduk dengan sendok kayu sampai rata, kukus kembali sampai matang.
5. Tebarkan ketan yang telah matang di atas tampah/ nampan yang kering dan bersih, biarkan sampai suhu kamar.
6. Taburkan ragi tape (*Saccharomyces cereviceae*) yang sudah digerus, aduk dengan sendok kayu sampai rata.
7. Masukkan dalam kantong plastik atau wadah lain yang diinginkan atau dibungkus dengan daun pisang atau jambu.
8. Simpan 3 – 5 hari atau plastik melembung
9. Amatilah yang terjadi.

## Analisis

1. Mengapa pemberian ragi tape dilakukan dalam keadaan ketan dingin?
2. Apa fungsi dari ragi tape?
3. Buat kesimpulan, laporkan hasil percobaan Anda secara tertulis dan serahkan kepada Tutor Anda sebagai penilaian portofolio.

### 2. Penghasil Protein Sel Tunggal (PST)

Protein Sel Tunggal (PST) adalah protein yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan letaknya berada di dalam sel mikroorganisme tersebut. Tujuan PST adalah untuk mendapatkan protein dalam rangka mengatasi kekurangan protein. Contoh mikroorganisme yang dapat menghasilkan protein adalah ganggang *Spirulina* sp dan *Chlorella* sp, jamur, maupun bakteri.



Gambar 15. *Spirulina* sp  
<http://malcolmrcawwwmpbell.com>



Gambar 16 *Chlorella* sp  
<https://seatechbioproducts.com/>

#### a. Kelebihan PST

PST sangat menguntungkan karena dapat digunakan sebagai sumber protein, Hal ini disebabkan karena:

- 1) Secara umum, organisme dapat membelah diri dengan cepat.
- 2) Tidak memerlukan lahan yang terlalu luas.
- 3) Dapat hidup di tempat limbah buangan, seperti selulosa, limbah minyak bumi, atau limbah organik yang lain.
- 4) Mikroorganisme fotosintetik seperti ganggang *Spirulina* dan *Chlorella* dapat memanfaatkan energi cahaya untuk digunakan sebagai penghasil PST.

#### b. Kelemahan PST

Beberapa kelemahan PST, antara lain:

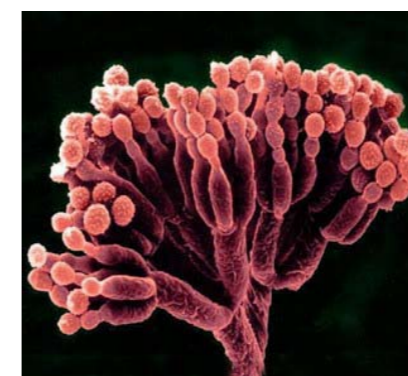
- 1) PST mempunyai dinding sel yang terdiri atas selulosa, khususnya ganggang sedangkan manusia tidak dapat mencerna selulosa.
- 2) PST yang dihasilkan kurang menarik, seperti jeli.
- 3) Kandungan asam nukleat (DNA dan RNA) dari PST cukup tinggi dan sulit dicerna serta dapat menimbulkan asam urat.

### 3. Penghasil Zat Organik

Bioteknologi juga dapat berperan dalam menghasilkan zat organik. Zat organik merupakan suatu zat yang mempunyai kandungan karbon, oksigen dan hidrogen. Zat organik dihasilkan dari proses fermentasi mikroorganisme. Sebagai contoh adalah asam sitrat oleh *Aspergillus niger*.

### 4. Penghasil Obat

Berbagai macam mikroorganisme bermanfaat sebagai penghasil obat-obatan, contohnya jamur *Penicillium* menghasilkan zat antibiotik yang mematikan mikroorganisme lain, disebut penisilin. Penisilin sangat penting karena dapat memberantas berbagai penyakit infeksi. Namun, ada beberapa jenis bakteri yang kebal terhadap penisilin karena dapat menghasilkan enzim yang dapat menghambat kerja penisilin.



Gambar 17 Jamur *Penicillium* sp  
<https://www.nafiun.com>



Gambar 18 . Tablet Penisilin  
<https://www.wrywellhew.vealth.com>

## 5. Penghasil Energi

Persediaan bahan bakar fosil saat ini semakin menipis jumlahnya. Oleh karena itu, para ahli berusaha mencari solusi untuk menyelesaikan masalah energi dengan cara pengembangan energi alternatif dengan bioteknologi. Bakteri metanogen merupakan salah satu jenis bakteri yang dapat menghasilkan sumber energi. Sumber energi yang dapat dihasilkan oleh bakteri ini adalah biogas. Prosentase terbesar dari biogas adalah gas metan. Sumber pembuatan gas metan ini berasal dari bahan-bahan organik yang tidak memerlukan waktu yang terlalu lama dalam penguraiannya, seperti kotoran hewan, dedaunan, jerami, sisa makanan, dan sortiran sayur. Dalam menghasilkan gas metan ini, bakteri metanogen tidak bekerja sendiri. Terdapat beberapa tahap yang harus dilalui dan memerlukan kerja sama dengan kelompok bakteri yang lain.

## 6. Pengolah limbah

Bioteknologi dapat dimanfaatkan untuk mengolah limbah atau bioremediasi, yaitu proses pembersihan zat pencemar lingkungan dengan menggunakan mikroorganisme. Limbah organik di rumah tangga, industri, pasar pada umumnya dibuang ke sungai yang dapat mengakibatkan pencemaran. Mikroorganisme dapat mengolah limbah melalui penguraian secara aerob dan anaerob. Secara aerob pada beberapa mikroorganisme (bakteri, protista, dan jamur) yang menguraikan materi organik dari limbah menjadi mineral-mineral, gas-gas, dan air.

## C. Penerapan Bioteknologi

Bioteknologi sangat bermanfaat bagi perkembangan kehidupan manusia. Berikut ini adalah penerapan bioteknologi dalam bidang pertanian, peternakan dan kedokteran.

### 1. Di Bidang Pertanian

Di bawah ini merupakan bioteknologi pertanian yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia.

#### a. Tanaman Transgenik

Tanaman dengan teknik rekayasa genetika biasa disebut dengan tanaman transgenik adalah organisme yang memperoleh sisipan gen tertentu dari organisme lain sebagai pembawa sifat yang diharapkan. Penggabungan gen ini bertujuan untuk mendapatkan tanaman dengan sifat-sifat yang diinginkan, misalnya pembuatan tanaman yang tahan suhu tinggi, suhu rendah, kekeringan, resisten terhadap hama tanaman, serta kuantitas dan kualitas yang lebih tinggi dari tanaman alami. Sebagian besar rekayasa atau modifikasi sifat tanaman ini dilakukan untuk mengatasi kebutuhan pangan penduduk dunia yang semakin meningkat dan juga permasalahan kekurangan gizi manusia sehingga pembuatan tanaman transgenik juga menjadi bagian dari pemuliaan tanaman. Melalui rekayasa genetika dapat menghasilkan suatu organisme sehingga menghasilkan sifat-sifat baru misalnya tebu transgenik yang memiliki

keunggulan yaitu produksinya lebih banyak, membutuhkan pupuk lebih sedikit, limbahnya dapat dijadikan makanan ternak.

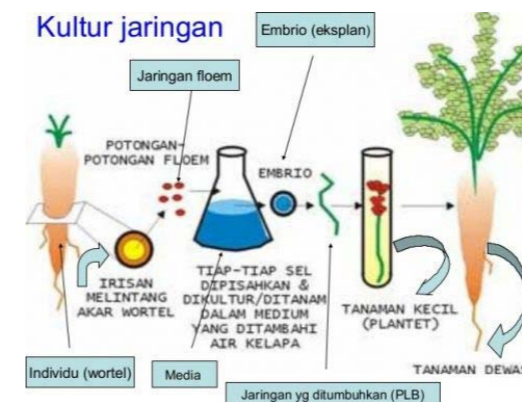
Beberapa tanaman transgenik telah diaplikasikan untuk menghasilkan tiga macam sifat unggul, yaitu tahan hama, tahan gulma, dan buah yang dihasilkan tidak mudah busuk. Tanaman jagung dan kapas transgenik dengan sifat tahan hama telah diproduksi secara massal dan dipasarkan di dunia. Hadirnya tanaman transgenik menimbulkan kontroversi masyarakat dunia karena sebagian masyarakat khawatir apabila tanaman tersebut akan mengganggu keseimbangan lingkungan (ekologi) membahayakan kesehatan, dan memengaruhi perekonomian global.



Gambar 19 .Hasil tanaman transgenik  
<https://pertanian.pontianakkota.go.id>

#### b. Kultur Jaringan

Kultur Jaringan merupakan salah satu metode modern dalam dunia pertanian, merupakan teknik memperbanyak tanaman dengan cara menumbuhkan jaringan tanaman di dalam medium buatan kaya nutrisi dan hormon dalam kondisi aseptik (steril), sehingga memungkinkan jaringan tersebut tumbuh dan menjadi sebuah tanaman yang utuh. Kultur jaringan dimanfaatkan dalam bidang pertanian untuk menghasilkan tanaman baru. Biasanya kultur jaringan menggunakan jaringan pada daun, mata tunas, atau bisa juga menggunakan serbuk sari dari bunga suatu tanaman. Nantinya jaringan ini akan ditempatkan di sebuah wadah dan disimpan di tempat yang tersinari oleh matahari selama beberapa bulan sampai tanaman mulai tumbuh dan membentuk akar dan daun. Perhatikan Gambar berikut.



Gambar 20. Tahapan kultur jaringan  
<https://ekosistem.co.id>



Gambar 21. Kultur jaringan  
<https://ilmudasar.id>

Kultur jaringan ini menjadi salah satu opsi untuk memperbanyak tanaman secara vegetatif. Kultur jaringan dipopulerkan oleh Hildebrandt dan Riker pada tahun 1954. Kultur jaringan dapat digunakan untuk mengatasi kekurangan pangan.

Keuntungan teknik kultur jaringan dengan memanfaatkan bioteknologi adalah sebagai berikut:

- Memiliki sifat dan genetik yang sama dengan induknya;
- Dapat diperbanyak untuk menghasilkan tanaman baru dalam jumlah besar dalam waktu singkat dan cepat;
- Tidak memerlukan tempat yang luas;
- Kesehatan dan kualitas dari bibit tanaman terjamin;
- Kecepatan pertumbuhan lebih cepat jika dibandingkan yang alami.

### c. Hidroponik dan Aeroponik

Hidroponik merupakan sistem pertanian modern tanpa menggunakan tanah. Hidroponik ditemukan oleh Dr. W.F Geri Che dari Universitas California tahun 1936. Saat ini, cara ini telah dikembangkan di Indonesia. Hidroponik yaitu suatu cara budidaya tanaman dengan menggunakan media air dan pasir.

1. Hidroponik dengan media air. Tumbuhan ditanam di dalam air dan ditambah unsur-unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan tersebut.
2. Hidroponik dengan media pasir. Media yang digunakan dapat juga dengan arang, sabut kelapa, atau batu-batuan. Dalam teknik ini, sebaiknya ditambahkan unsur-unsur hara. Dalam teknik hidroponik yang perlu diperhatikan adalah kelembapan udara dan intensitas cahaya agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman cukup baik.

Untuk memperoleh zat makanan atau unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, dilarutkan campuran pupuk organik di dalam air yang digunakan untuk



Gambar 22. Sistem hidroponik  
Sumber : [www.finansicom/](http://www.finansicom/)



Gambar 23. Sistem aeroponik  
Sumber : <https://8villages.com/full/petani>

media. Campuran pupuk ini dapat diperoleh dari buatan sendiri atau pupuk buatan yang siap pakai.

Keuntungan cara bertanam dengan hidroponik adalah:

- Tidak memerlukan lokasi/ tempat yang luas;
- Lebih hemat pupuk;
- Kualitas produksi (hasil panen) lebih baik;
- Tanaman bebas dari hama dan penyakit;
- Panen dapat berlangsung terus menerus;
- Tanaman dapat tumbuh dengan cepat.

Selain hidroponik, penanaman tanaman dapat dilakukan melalui aeroponik. Jika hidroponik media yang digunakan untuk tumbuh akar adalah air dan media lain misalnya, kerikil atau pasir, tetapi pada aeroponik tidak menggunakan media sama sekali. Aeroponik adalah tehnik budidaya tanaman dengan menggunakan styrofoam yang berlubang sehingga akar tanaman diletakkan menggantung dalam suatu wadah yang dijaga kelembabannya. Kemudian air yang telah dicampur dengan unsur hara disemprotkan ke bagian akar tanaman sehingga akar-akar bisa menyerapnya.

Sistem aeroponik memiliki kelebihan dibanding sistem hidroponik. Pada sistem aeroponik, akar yang menggantung atau menjuntai akan lebih banyak menyerap oksigen sehingga meningkatkan metabolisme dan kecepatan pertumbuhan tanaman.

## 2. Bidang Peternakan

Di bidang peternakan, bioteknologi telah banyak dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas ternak, baik berupa vaksin, antibodi, pakan fermentasi, hormon pertumbuhan yang merangsang pertumbuhan hewan ternak melalui rekombinasi DNA maupun bentuk-bentuk rekayasa genetika untuk meningkatkan produksi. Contoh vaksin untuk ternak yaitu vaksin untuk penyakit mulut dan kuku pada mamalia, dan vaksin untuk penyakit flu burung.

Rekayasa genetika merupakan suatu upaya memanipulasi sifat makhluk hidup untuk menghasilkan makhluk hidup dengan sifat yang diinginkan. Manipulasi sifat genetik ini dilakukan dengan menambah atau mengurangi DNA. DNA rekombinan merupakan proses menggabungkan dua DNA dari sumber yang berbeda.

Berikut adalah beberapa contoh penerapan bioteknologi di bidang peternakan:

### a. Pakan Ternak Fermentasi

Pakan ternak merupakan faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan suatu peternakan. Teknologi pakan ternak fermentasi menjadi salah satu bentuk penerapan bioteknologi di bidang peternakan karena melibatkan peran mikroorganisme pengurai sehingga dihasilkan pakan dengan nilai nutrisi yang lebih tinggi dari sebelumnya.

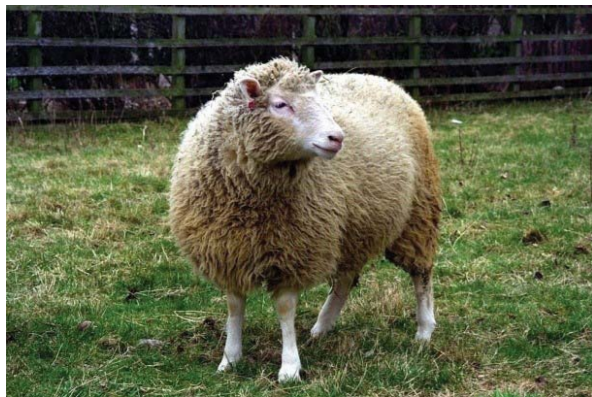


Penggunaan pakan ternak fermentasi dapat meningkatkan produksi melalui pemberian pakan yang berkualitas, mengatasi kekurangan pakan (hijauan) pada saat-saat tertentu, seperti di musim kemarau.

b. Inseminasi Buatan (Kawin Suntik)

Teknologi ini dikenal dengan nama kawin suntik, suatu teknik untuk memasukkan sperma yang telah dicairkan dan diproses terlebih dahulu yang berasal dari ternak jantan ke dalam saluran alat kelamin betina dengan menggunakan metode dan alat khusus. Dengan inseminasi buatan dapat dihasilkan keturunan sapi atau domba yang diharapkan tanpa mengenal musim kawin, serta tidak melibatkan sapi atau domba jantan. Dengan memanfaatkan aplikasi bioteknologi, bidang peternakan akan menghasilkan ternak dengan kualitas yang unggul. Contohnya ayam penghasil telur, ayam penghasil daging, sapi pedaging, sapi penghasil susu dan kambing penghasil daging.

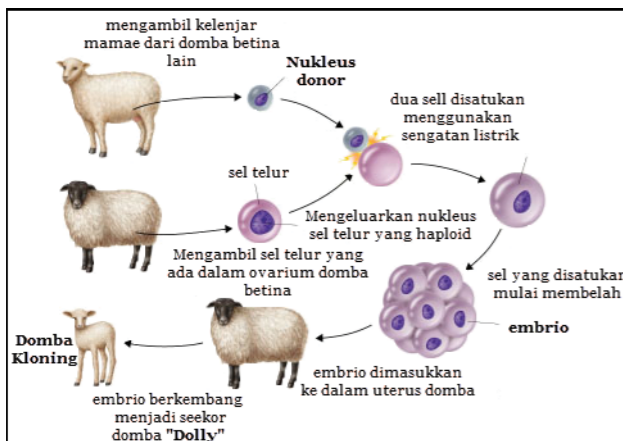
c. Teknologi Kloning (Transplantasi Inti)



Gambar 24. Domba Dolly hasil kloning  
Sumber: <http://www.blueskybioservices.com>

Teknologi kloning (transplantasi inti) adalah teknik mencangkokkan inti sel dari suatu individu pada sel telur tanpa inti yang bertujuan untuk menghasilkan organisme duplikat yang mirip dengan induknya. Teknologi kloning telah ditemukan pada tahun 1997 oleh Dr. Ian Wilmut seorang ilmuwan Scotlandia dengan menjadikan sebuah sel telur domba yang telah direkayasa menjadi seekor domba tanpa pejantan atau tanpa perkawinan. Domba hasil rekayasa ilmuwan Scotlandia tersebut diberi

nama Dolly. Melalui kloning hewan, beberapa organ manusia untuk keperluan transplantasi penyembuhan suatu penyakit berhasil dibentuk.



Gambar 25. Gambar Proses kloning pada hewan  
Sumber: [orindnesia.wordpress.com](http://orindnesia.wordpress.com)

Proses Kloning yang dilakukan oleh Dr. Ian Wilmut adalah sebagai berikut:

- Mengambil inti sel somatis dari objek biologis yang sudah dewasa.
- Menanamkan dalam sel telur yang sudah dibuang inti selnya.
- Ditumbuhkan dalam sebuah medium dibantu dengan aliran listrik untuk merangsang pertumbuhan sel itu.

- Embrio dimasukkan kedalam rahim betina yang sudah dipersiapkan secara biologis untuk dapat menerima dan mengembangkan embrio kloning tersebut sebagaimana kehamilan biasa.

d. Transfer Embrio (TE)

Apabila kawin suntik memfokuskan pada sperma jantan, maka transfer embrio tidak hanya potensi dari jantan saja yang dioptimalkan, melainkan potensi betina berkualitas unggul juga dapat dimanfaatkan secara optimal. Teknik TE ini, betina unggul tidak perlu bunting tetapi hanya berfungsi menghasilkan embrio yang untuk selanjutnya bisa ditransfer pada induk titipan dengan kualitas yang tidak perlu bagus tetapi memiliki kemampuan untuk bunting. Embrio yang didapat dapat langsung di transfer ke dalam sapi resipien atau dibekukan untuk disimpan dan di transfer pada waktu lain.

e. Teknologi Transgenik.

Hewan transgenik adalah hewan yang mengandung gen dari spesies lain. Hewan transgenik dilakukan dengan cara menyuntikkan DNA asing pada sel-sel telur atau sel-sel embrio awal sehingga diperoleh organisme yang berkualitas sesuai dengan keinginan. Tujuan dari teknologi ini adalah meningkatkan produk dari hewan ternak seperti daging, susu dan telur.

3. Bidang Kedokteran

Dalam bidang kedokteran bioteknologi dimanfaatkan antara lain untuk obat-obatan. Sejumlah besar obat-obatan berbasis bioteknologi kini tersedia untuk mengobati berbagai penyakit. Berikut ini adalah contoh produk bioteknologi yang dimanfaatkan untuk pengobatan.

No	Nama Produk	Kegunaan
1	Insulin	Mengontrol kadar gula darah (diabetes mellitus)
2	Hormon pertumbuhan	Melawan kekerdilan (gangguan pertumbuhan), untuk penyembuhan luka
3	Vaksin	Meningkatkan kekebalan tubuh, pencegahan penyakit seperti hepatitis B, mendeteksi dan mendiagnosis penyakit karena virus dan kelainan bawaan.
4	Penicilin	Antibiotika, melawan infeksi oleh bakteri atau jamur
5	Interferon	Melawan infeksi, meningkatkan sistem kekebalan

Tabel 2.3 Produk-produk Bioteknologi Modern Untuk Pengobatan

## D. Dampak Penerapan dan Pengembangan Bioteknologi

Bioteknologi sangat membantu dan bermanfaat bagi umat manusia. Sampai saat ini para ahli terus melakukan penelitian dalam bidang bioteknologi untuk mendapatkan produk dan jasa yang dibutuhkan. Namun di samping memberikan dampak positif ada pula dampak negatif yang tak dapat dielakkan bagi kehidupan manusia dan lingkungan.

Dampak Positif Bioteknologi, antara lain sebagai berikut:

### 1. Di bidang pangan

- Dapat mengatasi kekurangan bahan makanan (protein dan vitamin). Dengan bioteknologi, bahan makanan dapat diproduksi secara lebih cepat tanpa memerlukan ruangan yang luas (misal PST).
- Meningkatnya nilai tambah bahan makanan.
- Pengolahan bahan makanan tertentu, seperti air susu menjadi yoghurt, mentega, dan keju.
- Meningkatkan gizi masyarakat;

### 2. Di bidang pertanian dan peternakan

- Melestarikan plasma nutfah, suatu jenis makhluk hidup yang masih memiliki sifat asli.
- Meningkatkan kualitas dan kuantitas produk-produk pertanian, perkebunan, peternakan maupun perikanan karena temuan bibit unggul.
- Mampu menghasilkan bibit unggul
- Melindungi tanaman dari hama (misalnya, serangga) dan penyakit pada tanaman;

### 3. Di bidang Kesehatan

- Membantu mengatasi masalah kesehatan dengan menyediakan obat-obatan untuk memberantas penyakit secara lebih murah.
- Membantu dunia kedokteran dan medis mengatasi penyakit-penyakit tertentu. Misalnya : penyakit kelainan genetik dengan terapi gen, hormon insulin, antibiotik, antibodi monoklonal, dan vaksin.
- Menyediakan berbagai senyawa organik seperti alkohol, asam asetat, gula, bahan makanan, protein, dan vitamin.
- Melakukan respon imun (kekebalan) dengan cara memproduksi suatu protein yang disebut Interferon. Dengan produksi interferon maka sel-sel tubuh akan menjadi kebal terhadap virus tersebut.

- Menghasilkan antibiotik yang dapat digunakan untuk mengobati penyakit-penyakit yang disebabkan oleh bakteri.

### 4. Di bidang Lingkungan

- Menyediakan sumber energi alternatif ramah lingkungan, misalnya biogas.
- Memperbaiki lingkungan (misalnya bakteri pencerna limbah)

Dampak Negatif dari Bioteknologi, antara lain sebagai berikut

### 1. Bidang Lingkungan

- Penggunaan insektisida yang berlebihan dapat mematikan serangga yang bermanfaat.
- Rusaknya ekosistem di suatu lingkungan. Misalnya, tanaman bunga yang telah mengalami rekayasa genetika dari bioteknologi dapat menghasilkan buah tanpa memerlukan bantuan dari hewan seperti kupu-kupu atau kumbang.
- Pembuatan tempe atau kecap dalam skala besar dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Air limbah dan kulit kedelai dari proses pembuatan tempe, apabila dibiarkan tergenang dalam waktu cukup lama dapat mengubah lingkungan menjadi tidak sehat.
- Tanaman hasil dari transgenik melalui proses bioteknologi akan sulit diuraikan oleh bakteri. Hal ini tentunya akan berdampak pada sulitnya proses pembusukan sehingga membuat limbah pertanian menjadi semakin menumpuk.

### 2. Bidang Pertanian

- Penggunaan tanaman transgenik dapat mengakibatkan punahnya makhluk hidup dalam suatu organisme. Contoh jagung transgenik yang tahan terhadap herbisida, ketika jagung transgenik ditanam di lahan alami, maka serbuk sari dapat membawa gen jagung transgenik dan menyerbuki jagung alami. Hal ini membuat gen-gen pada jagung terkontaminasi dengan gen-gen dari tanaman jagung transgenik.
- Merugikan petani dan peternak lokal yang mengandalkan reproduksi secara alami.
- Berkurangnya keanekaragaman plasma nutfah, suatu jenis makhluk hidup yang masih memiliki sifat asli.
- Penemuan organisme transgenik dapat menimbulkan kecenderungan masyarakat untuk membudidayakan organisme yang seragam. Akibatnya organisme lokal (bukan transgenik) semakin tersingkir dan langka di lingkungan dan dapat menimbulkan hilangnya plasma nutfah alami.

### 3. Bidang Kesehatan

- Memicu timbulnya alergi pada seseorang yang sensitif terhadap zat yang dihasilkan oleh organisme transgenik;
- Dapat menyerang sistem imunitas tubuh manusia;
- Beberapa produk transgenik bisa mengakibatkan kebal terhadap obat antibiotik;
- Munculnya penyakit baru dan kerentanan terhadap penyakit tertentu.

Pelajaran Unit 2 telah selesai. Anda telah memahami dengan baik tentang materi Bioteknologi dan Manfaatnya bagi Kehidupan Manusia, bukan? Selanjutnya Anda akan kami ajak untuk mempelajari Unit 3 tentang materi Teknologi Ramah Lingkungan. Apakah Anda siap melanjutkan belajar? Jika Anda merasa lelah, istirahatlah sejenak. Lanjutkan belajar jika Anda sudah siap belajar kembali. Tetap Semangat Belajar ya...!

## UNIT 3

## Teknologi Ramah Lingkungan



Gambar 26 . Teknologi Ramah Lingkungan

Sumber: <https://id.yougov.com/id/news/2015/05/28/teknologi-ramah-lingkungan/>

Kita sering mendengar isu tentang pemanasan global. Pembahasan mengenai pemanasan global yang dampaknya pada perubahan iklim tersebut membuat manusia terpacu untuk menciptakan teknologi yang ramah lingkungan guna mencegah kerusakan alam. Telah banyak inovasi dari teknologi ramah lingkungan yang bermanfaat untuk menunjang kehidupan sehari-hari. Semua orang pasti membutuhkan sebuah lingkungan yang bersih, sehat dan bebas dari segala bentuk pencemaran, baik itu pencemaran udara, pencemaran tanah, maupun pencemaran air.

Salah satu faktor penyebab pencemaran adalah penggunaan sumber energi fosil. Sebab, akan menjadi hal buruk bagi kelangsungan kehidupan bumi jika terus menerus bergantung pada bahan bakar fosil dan tambang yang membawa banyak efek negatif bagi lingkungan. Anda pasti mengenal gambar di atas bukan? Gambar kincir angin dimana untuk memutar kincirnya menggunakan energi angin. Kincir angin tersebut merupakan salah satu contoh produk teknologi ramah lingkungan lho ! Nah, sekarang Anda pasti ingin tahu apa itu teknologi ramah lingkungan? Yuk simak uraian berikut.

## A. Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah lingkungan

### 1. Pengertian Teknologi Ramah Lingkungan

Teknologi Ramah lingkungan merupakan bentuk penerapan teknologi yang memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Teknologi seperti ini diharapkan mampu menjaga lingkungan, misalnya dalam alat-alat teknologi ramah lingkungan tersebut tidak menggunakan polutan, serta pada akhirnya dapat memberikan penanganan yang tepat terhadap limbah-limbah yang mungkin dihasilkan dari alat-alat teknologi ramah lingkungan tersebut.

Secara sederhana, teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang diciptakan untuk memudahkan kehidupan manusia tanpa perlu merusak atau memberikan dampak negatif pada lingkungan di sekitarnya. Teknologi ramah lingkungan bertujuan untuk menghasilkan berbagai produk dan jasa untuk kepentingan manusia dengan memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbarui dan tidak menghasilkan limbah yang membahayakan lingkungan. Selain itu, teknologi ramah lingkungan juga dapat menggunakan bahan yang dapat didaur ulang. Sumber energi kelistrikan dapat berasal dari matahari, angin, dan air. Sumber energi alternatif juga dipilih karena dapat diperbarui dan tidak mencemari lingkungan. Lingkungan sekitar kita tidak lepas dari pemanfaatan teknologi, mulai di bidang pertanian, industri besar, dan industri skala rumah tangga. Pemanfaatan teknologi yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Oleh karena itu, sebagai warga negara yang baik, Anda harus memperhatikan lingkungan di sekitar Anda. Selain untuk menjaga kelestarian alam, menjaga lingkungan bermanfaat untuk menjaga kesehatan diri sendiri dan keluarga.

### 2. Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan

Ada 6 prinsip yang diterapkan pada konsep teknologi ramah lingkungan, yaitu:

- Menggunakan bahan yang ramah lingkungan serta melalui proses yang lebih aman dari teknologi sebelumnya (*Refine*);
- Mengurangi jumlah limbah dengan cara mengoptimalkan penggunaan bahan (*Reduce*);
- Memakai kembali bahan-bahan yang tidak terpakai atau sudah berupa limbah dan diproses dengan cara yang berbeda (*Reuse*);
- Menggunakan kembali bahan-bahan atau limbah dan diproses dengan cara yang sama (*Recycle*);
- Pemanfaatan material tertentu dari limbah untuk diproses demi keperluan yang lain (*Recovery*);
- Penghematan energi dalam suatu proses produksi (*Retrieve Energy*)

## B. Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan

### Tahukah Anda ???

“Pembuangan Sampah” dirasa sebagai permasalahan lingkungan yang paling mengganggu untuk masyarakat di Thailand, Indonesia, Singapura dan Malaysia. Sedangkan, di Hong Kong, China dan Australia merasa bahwa “Polusi” adalah masalah terbesar.

Teknologi ramah lingkungan telah diterapkan dalam berbagai bidang, seperti di bidang energi dan industri, lingkungan, dan transportasi. Berikut contoh penerapan sejumlah teknologi ramah lingkungan di bidang antara lain:

### 1. Bidang Energi

#### a. Biofuel

Biofuel merupakan teknologi penyediaan energi alternatif dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui. Biofuel berasal dari bahan-bahan organik. Tahukah Anda apa yang membedakan biofuel dengan bahan bakar fosil? Keduanya memang berasal dari bahan-bahan organik tetapi biofuel dapat diolah langsung dari bahan organik seperti tumbuh-tumbuhan sedangkan bahan bakar fosil berasal dari hewan atau tumbuhan yang telah mati selama jutaan tahun yang lalu.

Ada 2 jenis biofuel yaitu:

#### 1) Etanol

Etanol merupakan salah satu jenis alkohol yang dapat dibuat dengan fermentasi karbohidrat atau reaksi kimia gas alam. Ada beberapa tumbuhan yang mengandung karbohidrat tinggi seperti jagung, sorgum, dan singkong biasanya digunakan untuk menghasilkan Etanol.

#### 2) Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alami yang biasanya diperoleh dari lemak nabati. Penggunaan bahan bakar dengan sumber alam yang dapat diperbaharui akan sangat membantu kita untuk menjamin kelestarian lingkungan dan ketergantungan pada ketersediaan minyak bumi yang semakin menipis. Selain itu sisa pembakaran dari biofuel juga lebih ramah lingkungan.

Dimana biofuel dapat digunakan?

Biofuel sering menjadi alternatif untuk bahan bakar konvensional yang digunakan untuk menyalakan mesin kendaraan kita. Namun sebenarnya biofuel dapat

dimanfaatkan untuk semua kebutuhan energi manusia. Penggunaan biofuel meliputi: a) Transportasi: mobil, bus, sepeda motor, kereta api, pesawat terbang dan kendaraan air b) Pembangkit Listrik: peralatan listrik c) Pemanas: kompor dan peralatan memasak lainnya



Gambar 27. Biofuel sumber energi alternatif

Sumber: <https://www.smart-tbk.com/biofuel-sumber-energi-alternatif/>

Apakah biofuel merupakan alternatif energi yang tepat?

Dunia telah mengalami berbagai peristiwa seperti: mencairnya permukaan es, meningkatnya suhu udara dan terjadinya bencana alam. Ilmuwan mengemukakan bahwa salah satu alasan utama perubahan iklim yang drastis ini adalah akibat konsumsi bahan bakar fosil yang berlebihan dan terlepasnya gas rumah kaca ke atmosfer yang semakin menipis. Penggunaan biofuel sebagai bahan bakar alternatif merupakan salah satu pilihan yang tepat.

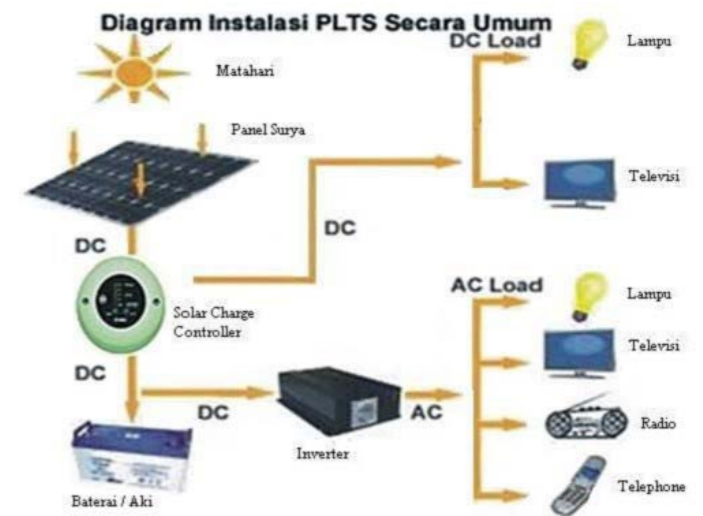
b. Biogas

Biogas merupakan jenis bahan bakar alternatif yang saat ini sudah banyak digunakan sebagai bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga. Biogas diperoleh dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob (bakteri yang hidup di lingkungan tanpa oksigen). Bakteri anaerob tersebut akan mengubah zat organik menjadi gas metana (CH<sub>4</sub>) sebesar 75% dan gas lainnya seperti karbondioksida, hidrogen dan hidrogen sulfida. Namun demikian, gas yang digunakan sebagai sumber bahan bakar adalah gas metana. Bahan organik yang paling sesuai untuk produksi biogas adalah bahan organik yang berbentuk padat, cair dan homogen. Saat ini kotoran dan urin hewan ternak menjadi pilihan yang sesuai untuk produksi biologis.

c. Sel Surya (solar cell)

Sel surya merupakan cara mengubah energi matahari menjadi menjadi listrik. Saat matahari melalui panel surya, maka cahaya akan menghasilkan emisi elektron pada

komponen panel. Selanjutnya elektron tersebut dihubungkan dengan sistem tertentu sehingga menghasilkan listrik. Listrik tersebut dialirkan dan disimpan pada baterai, jadi bisa dipakai saat mendung atau malam hari. Panel surya memiliki keunggulan seperti tidak bisa menghasilkan emisi gas rumah kaca, menghasilkan energi cukup besar, selain itu bisa dipasang, dipindahkan atau dikembangkan. Panel surya juga memiliki kekurangan seperti membutuhkan sistem penyimpanan listrik dan komponen termasuk jenis sampah yang berbahaya sehingga harus didaur ulang dengan benar setelah pemakaian 20-25 Tahun.



Gambar 28. Diagram Instalasi PLTS  
Sumber: <https://www.berbagaireviews.com/2018/04/pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts.html?m=1>

d. Pembangkit listrik Tenaga Air (Hydropower)

Untuk menghasilkan listrik, tenaga air akan menggunakan energi gerak. Siklus air dari tenaga surya diawali adanya penguapan air yang membentuk awan dan hujan. Air hujan tersebut selanjutnya mengalir ke daerah yang lebih rendah.



Gambar 29. Pembangkit Listrik Tenaga Air  
Sumber: <https://docplayer.info/61310837-Kaji-eksperimental-turbin-air>

e. Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut dan ombak (ocean power)

Kita juga dapat menghasilkan listrik dari aliran air yang berasal dari pasang surut air laut dan ombak. Dibeberapa Negara pantai dan muara, lefel ketinggian air dapat naik atau turun hingga enam meter bahkan lebih. Bendungan dibangun melintasi bibir pantai dan muara untuk mengambil energi pada aliran air laut ini untuk digunakan sebagai *hydropower*. Salah satu Negara yang sudah menerapkan teknologi ini adalah Prancis. Hal ini disebabkan pembangunan teknologi ini membutuhkan biaya yang sangat besar, alat ini mudah rusak akibat korosi oleh air laut dan badai.

f. Pembangkit Listrik Tenaga Angin (*Wind Power*)

Pembangkit listrik tenaga angin merupakan cara paling murah dalam menghasilkan listrik. Teknologi tersebut sangatlah bebas polusi. Pembangkit tersebut bisa dibangun dalam waktu 9-12 bulan dan bisa dikembangkan lebih besar lagi. Di Indonesia sudah menerapkan pembangkit tersebut, seperti di Nusa Penida, yaitu pulau kecil di selatan Pulau Bali dan Nusa Tenggara Timur (NTT).

Akhir-akhir ini pembangkit listrik tenaga angin menjadi sumber energi dunia terbesar kedua setelah panel surya.



Gambar 30 Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Sidrap  
Sumber: <https://investor.id/energy>

g. Geothermal

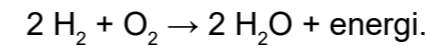
Energi geothermal merupakan panas yang tersimpan dalam tanah, lapisan dasar bumi dan cairan dalam kerak bumi. Kita dapat menggunakan energi yang tersimpan ini untuk memanaskan dan mendinginkan bangunan serta menghasilkan listrik. Salah satu cara untuk mengambil energi geothermal ini dengan menggunakan sistem pompa panas geothermal "geothermal heat pump sistem". Sistem dapat memanaskan dan mendinginkan sebuah rumah dengan memanfaatkan perbedaan temperature. Di negara yang memiliki empat musim, pada musim dingin suatu pipa yang diletakan dalam tanah dapat mengalirkan cairan yang membawa panas dari dasar bumi menuju sistem pendistribusian panas rumah. Sebaliknya, pada musim panas, sistem ini bergerak berlawanan, memindahkan panas dari rumah dan menyimpannya dalam tanah.

h. Sel Bahan Bakar Hidrogen (*Fuel Cell dan Hydrogen Power*): Energi Masa Depan Indonesia  
Apa Itu Bahan Bakar Hidrogen (BBH)?

Bahan Bakar Hidrogen (BBH) atau *fuel cell* adalah sumber energi masa depan bersifat energi ramah lingkungan (*ecoenergy*) dengan proses pembakaran yang hanya menghasilkan air dan energi (listrik dan panas). BBH berbeda dengan kerja aki. Jika aki menghabiskan zat dari dalam untuk bekerja, sel bahan bakar memanfaatkan zat dari luar, seperti hidrogen dan oksigen, dan terus bekerja tanpa henti selama sumber bahan bakar tersedia. Hidrogen dihasilkan melalui proses tertentu dan disimpan, sedangkan oksigen berasal dari atmosfer. Gas Hidrogen ( $H_2$ ) yang disimpan akan dicampur dengan oksigen ( $O_2$ ) dari atmosfer dan terjadi reaksi kimia. Reaksi ini

merupakan pereaksian pembentukan air yang membebaskan energi. Energi tersebut dikonversi menjadi listrik hingga mendekati 100% dan sisanya adalah panas.

Ilmuwan saat ini fokus untuk mengembangkan sel bahan bakar "fuel cell" yang menggabungkan gas hidrogen ( $H_2$ ) dan gas oksigen ( $O_2$ ). Reaksi antara gas  $H_2$  dengan  $O_2$  menghasilkan energi panas yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai sumber listrik. Reaksi antara keduanya dapat dituliskan sebagai berikut:



2. Bidang Transportasi

a. Kendaraan hidrogen (*hydrogen Vehicle*)

Kendaraan hidrogen merupakan kendaraan yang menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar penggerak mesin. Di dalam kendaraan ini terpasang alat yang mampu mengubah energi kimia dari hidrogen menjadi energi mekanik dengan cara membakar hidrogen dalam mesin pembakaran internal atau dengan mereaksikan hidrogen dengan oksigen dalam sel bahan bakar (*fuel cell*) untuk menggerakkan motor listrik.



Gambar 31. Bahan Bakar hidrogen  
Sumber: [indscience.wordpress.com](http://indscience.wordpress.com)

b. Mobil Surya (*solar car*)

Mobil surya merupakan mobil yang energi utamanya berasal dari sinar matahari. Salah satu contoh mobil surya adalah bus surya. Perusahaan Sanyo Electric Co.Ltd di Jepang mengumumkan telah membuat Bus umum dengan Tenaga Surya yang pertama di dunia yaitu Solarve (*Solar vehicles*) yang telah digunakan awal September 2010. Solarve ini pada dasarnya adalah bus kota dengan sel surya di atas yang menghasilkan listrik untuk interior lampu LED. Panel surya di atas bus bisa menghasilkan listrik-diesel yang baik untuk total output 798 watt (420W melalui sel silikon kristal, dan sisanya melalui sel-sel silikon amorf). Ketika matahari tidak bersinar untuk waktu yang lama, power listrik akan disuplai oleh baterai penyimpanan di dalam bus selama sekitar sembilan jam.



Gambar 32. Bus Tenaga Surya  
<http://chandrasetyawan.blogspot.com>

c. Mobil Listrik (*Electric Car*)

Mobil listrik merupakan mobil yang didorong oleh satu atau lebih motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau alat penyimpan energi yang lain. Motor listrik ini mampu memberikan tenaga putaran dengan cepat dan memberikan percepatan yang kuat namun halus. Mobil listrik ini pertama kali dibuat pada tahun 1884 oleh seorang kebangsaan Inggris, Thomas Parker. Mobil listrik ini baru berkembang pada tahun 2008. Keuntungan dari penggunaan mobil listrik ini antara lain mengurangi polusi udara, karena mobil ini tidak menghasilkan polutan dan mengurangi efek rumah kaca. Namun penggunaan teknologi ini secara besar-besaran masih menjumpai beberapa hambatan antar lain masih tingginya biaya produksi, minimnya infrastruktur isi ulang bahan bakar listrik, dan masih takutnya pengemudi akan kehabisan listrik sebelum sampai di tujuan.



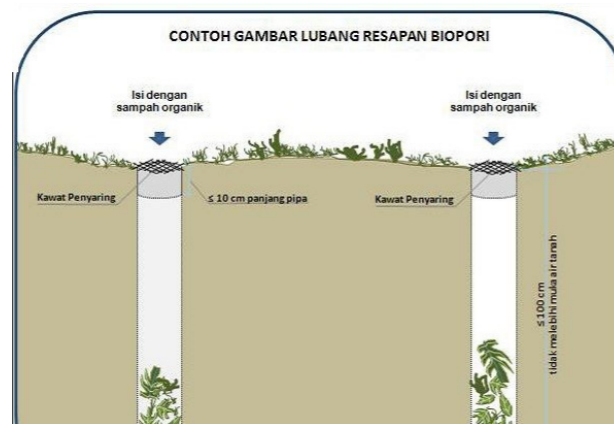
Gambar 33. Mobil listrik  
<https://oto.detik.com/mobil/d-4808973>

### 3. Bidang Lingkungan

a. Biopori

Tahukah Anda apa biopori itu? Pernahkah Anda membuat biopori sendiri di rumah? Kalau belum tahu apa itu biopori dan bagaimana cara membuatnya, kita belajar bareng-bareng yuk.

Biopori merupakan teknologi alternatif dan sederhana untuk penyerapan air hujan selain dengan sumur resapan. Biopori biasa juga disebut dengan Lubang Resapan Biopori (LRB) adalah lubang silindris yang dibuat tegak lurus ke dalam tanah sebagai metode resapan air yang ditujukan untuk mengatasi genangan air dengan cara meningkatkan daya resap air pada tanah. Metode ini dicetuskan oleh



Gambar 34. Lubang resapan biopori  
Sumber: <http://sda.pu.go.id/bwssulawesi>

Dr. Kamir Raziudin Brata dari IPB. Lubang ini memiliki diameter antara 10-30 cm dan tidak memiliki muka air tanah dangkal. Lubang tersebut kemudian diisi dengan bahan organik, seperti sampah-sampah organik rumah tangga, potongan rumput atau vegetasi sejenis lainnya yang memiliki fungsi sebagai makanan (sumber energi) makhluk hidup yang ada di tanah untuk melakukan aktivitasnya, seperti cacing dan akar tumbuhan yang akan membentuk lubang di dalam tanah.

Pembuatan biopori sebaiknya dilakukan pada area terbuka yang akan terkena air hujan. Kita bisa membuatnya di halaman rumah, sekitar pepohonan, sekitar tempat parkir, dan tempat terbuka lainnya. Namun demikian, tidak dianjurkan pembuatan biopori di daerah tanah gambut karena tanah gambut telah mengandung banyak air.

#### Manfaat Biopori

Pembuatan biopori juga memiliki tujuan agar kita memperoleh manfaat. Berikut ini manfaat yang kita dapatkan jika membuat lubang resapan biopori di halaman rumah atau tempat lain yang terbuka antara lain sebagai berikut:

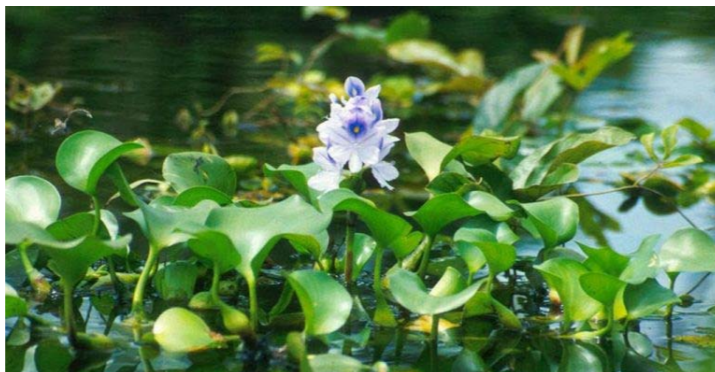
- Menyerap air hujan dan mencegah banjir
- Dengan biopori tanah menjadi lebih subur
- Mendaur ulang sampah organik
- Memperkaya kandungan air hujan, bila sumber air hanya berupa air hujan tanpa tambahan apa-apa berarti kandungannya hanya H<sub>2</sub>O. Namun setelah diresapkan ke dalam tanah lewat biopori yang mengandung lumpur dan bakteri, air akan melarutkan dan kemudian mengandung mineral-mineral yang diperlukan oleh kehidupan.
- Membuat keseimbangan alam terjaga, sampah organik yang sering menimbulkan bau tidak sedap dapat tertangani. Penerapan biopori di rumah tangga sangat mungkin dilakukan karena sampah organik dapat dengan mudah ditemukan di dalam rumah.
- Dapat dipanen menjadi pupuk kompos
- Air hujan yang terserap ke dalam lubang biopori juga menambah jumlah cadangan air tanah di daerah itu.

b. Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan salah satu bentuk bioremediasi. Fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan untuk mengalihkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik.

Melalui fitoremediasi ini polutan (zat penyebab produksi) seperti logam berat, pestisida, minyak, dan zat lain yang mengotori tanah, air, atau udara dapat dikurangi

bahkan dihilangkan. Keunggulan teknologi ini adalah ramah lingkungan, biaya operasional rendah, mudah untuk diaplikasikan, aman digunakan, tanah dapat menjadi lebih subur dan dapat membuat kualitas lingkungan menjadi lebih baik. Fitromediasi baru berkembang pada awal tahun 1990, yaitu dimulai dari kesuksesan dalam memperbaiki daerah tercemar oleh zat radio aktif sesium (Cs), stronsium (Sr), dan uranium (U) di Rusia dengan menggunakan tumbuhan bunga matahari. Contoh tumbuhan yang dapat digunakan adalah: bunga matahari, sawi, eceng gondok, padi, tembakau dan lidah mertua.



Gambar 35. Enceng Gondok Sebagai tanaman Fitoremediasi  
Sumber: <https://www.gesi.co.id/fitoremediasi/>

c. Toilet pengompos (*Composting Toilet*)

Peneliti LIPI, Neni Sintawardani membuat jamban duduk yang pengoperasiannya tidak membutuhkan air. Jamban rancangan peneliti LIPI itu ditujukan sebagai fasilitas jamban untuk daerah yang kesulitan air. Produk itu juga bisa digunakan sebagai cara menghemat air dan solusi masalah kekurangan sarana sanitasi.

Toilet Pengompos (*Composting toilet*) adalah toilet kering yang menggunakan proses secara aerob untuk menghancurkan atau mendekomposisi feces yang dihasilkan manusia. Toilet pengompos dapat digunakan sebagai pengganti toilet air pada umumnya. Toilet ini biasanya ditambah dengan campuran serbuk gergaji, sabut kelapa, atau lumut tertentu untuk membantu proses aerob, menyerap air, dan mengurangi bau.



Gambar 36. Toilet Pengompos  
<http://www.padk.kemkes.go.id>

Inovasi composting toilet atau WC pengompos itu memanfaatkan jasa mikroba untuk mengubah kotoran. Proses dekomposisi ini umumnya lebih cepat dari proses dekomposisi secara anaerob yang digunakan pada septic tank.

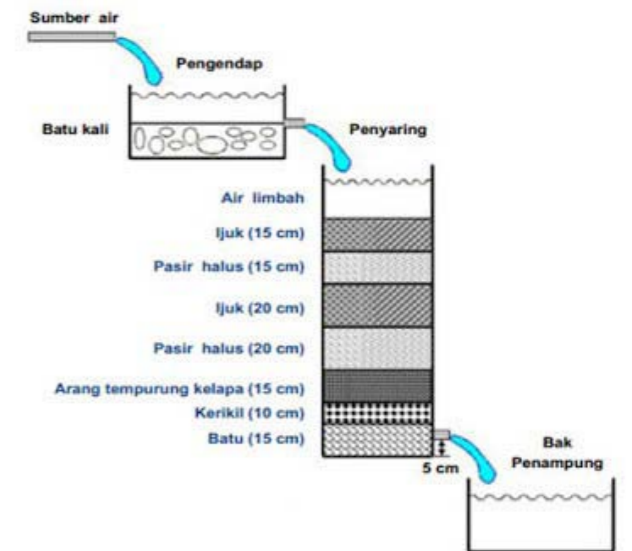
d. Teknologi Pemurnian Air (*Water Purification*)

Pemurnian air merupakan suatu proses penghilangan zat-zat kimia, kontaminan biologis, partikel-partikel padat, dan gas-gas dari air yang terkontaminasi atau kotor. Tujuan dari proses ini yaitu untuk menghasilkan air yang dapat digunakan untuk

keperluan tertentu. Secara umum, proses pemurnian air merupakan proses kajian fisika, kimia, dan biologi. Secara fisika, pada proses pemurnian air ada proses filtrasi atau penyaringan, sedimentasi, atau pengendapan, dan destalasi atau penyulingan. Secara biologis, ada pemberian korban aktif. Secara kimia, ada pemberian klorin (Cl) atau penyiaran dengan sinar ultraviolet (UV). Korban aktif, klorin, dan sinar ultraviolet dapat berperan sebagai pembunahan kuman yang ada dalam air. Teknologi Pemurnian air ada dua cara yaitu:

1) Teknologi Pemurnian Air sederhana

Pemurnian air dapat dilakukan dengan membuat alat yang berbentuk tabung yang di dalamnya terdapat lapisan-lapisan bahan seperti, ijuk atau sabut kelapa, pasir, arang, batu kerikil, batu dapat juga ditambahkan dengan kapas atau kain katun.



Gambar 37. Mekanisme Alat Penjernih Air  
Sumber: <http://rofaeducationcentre.blogspot.com>

Pada penjernihan air dilakukan proses penyaringan kotoran padat yang larut dalam air dengan pasir, kerikil, dan ijuk atau sabut kelapa. Air yang tersaring kotorannya akan melewati arang yang dapat mengurangi kuman-kuman dalam air. Air kotor dapat dituangkan ke dalam tabung melalui bagian atas tabung, selanjutnya air mengalir pada bagian bawah tabung karena adanya gaya gravitasi atau dibantu dengan tekanan dari luar. Selama mengalir ke bagian bawah tabung, air akan mengalami proses penyaringan sehingga pada bagian bawah dapat diperoleh air bersih, Perhatikan Gambar 37 di atas.

2) Teknologi Osmosis Balik

Osmosis balik merupakan teknologi pemurnian air yang menggunakan prinsip kebalikan dengan prinsip osmosis. Osmosis balik menggunakan prinsip tekanan untuk mengatasi tekanan osmotik yang terjadi secara alami. Pada proses osmosis, pelarut atau (misalnya air) secara alami berpindah dari daerah yang memiliki konsentrasi zat terlarut (misalnya garam) rendah (encer) melalui suatu membrane menuju daerah yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi atau pekat. Pergerakan alami pelarut ini bertujuan untuk menyamakan konsentrasi zat terlarut pada kedua sisi bagian membrane. Sebaliknya, pada osmosis balik, pelarut seperti air akan bergerak dari larutan yang pekat ke larutan yang encer. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya tekanan dari luar sehingga dapat membalik aliran alami.



#### 4. Bidang Industri

Dalam bidang industri dikenal teknologi ramah lingkungan yang dikenal dengan biopulping. Biopulping adalah teknologi ramah lingkungan yang terinspirasi dari proses pelapukan kayu dan sampah tanaman oleh mikroorganisme dan jamur. Proses pelapukan dilakukan secara alami oleh beberapa jenis mikroba dan jamur, sehingga sampah dari pohon-pohon yang telah mati akan kembali diserap oleh alam secara alami. Saat ini kendala besar yang dihadapi oleh para pemilik industri berbahan baku seperti pabrik kertas adalah proses pengolahan limbah yang mengandung zat kayu (lignin) yang membutuhkan proses lama dan berbahaya terhadap kelestarian lingkungan sekitar. Biasanya limbah dari pabrik kertas diuraikan dengan menggunakan bahan kimia seperti soda api, sulfat dan garam sulfida. Bahan kimia ini akan memberikan efek negatif jika digunakan secara terus menerus. Para ahli telah mulai mengembangkan proses pelapukan kayu dengan menggunakan mikroorganisme yang mampu mengolah limbah kayu secara alami. Contoh mikroorganisme yang digunakan adalah jamur *Phlebia subserialis* dan *Ceriporiopsis subvernispora*.

#### C. Perilaku Hemat Energi dalam Keseharian

Banyak yang masih menganggap sepele penggunaan energi yang berlebihan. Padahal, meningkatnya suhu global, perubahan iklim, intensitas cuaca yang ekstrim adalah dampak dari pemborosan energi yang dilakukan banyak orang setiap hari. Perlu diketahui bahwa masalah pemborosan energi secara umum sekitar 80 persen oleh faktor manusia dan 20 persen disebabkan oleh faktor teknis. Oleh karena itu perlu dilakukan efisiensi energi atau penghematan energi.

Berikut ini contoh langkah nyata sehari-hari dalam menghemat energi secara sederhana adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan kendaraan umum dan mengurangi penggunaan kendaraan pribadi.
2. Mulai menggunakan alat transportasi yang ramah lingkungan seperti, sepeda dan mobil dengan sumber energi listrik atau cahaya matahari.
3. Menggunakan alat rumah tangga atau kantor yang bersifat hemat energi dan ramah lingkungan, seperti pendingin ruangan dan kulkas dengan freon yang ramah lingkungan, menggunakan lampu hemat energi misalnya mengganti lampu pijar yang menghasilkan warna kuning dengan lampu neon yang menghasilkan warna putih atau LED yang dapat bertahan hingga 15 tahun. Menggunakan penerang alami secara optimal di siang hari.
4. Membentuk perilaku dan kebiasaan diri untuk menggunakan listrik saat diperlukan, secara bergantian, dan tidak berlebihan.

5. Mematikan televisi, kran air, komputer atau lampu jika sudah tidak digunakan.
6. Jika memungkinkan untuk mengeringkan pakaian secara alami di bawah sinar matahari.
7. Mendesain rumah atau gedung hemat energi, misalnya pencahayaan yang baik dengan cukup ventilasi, sehingga mengurangi penggunaan lampu di siang hari, mempergunakan bahan atap bangunan yang dapat mendinginkan suhu di dalam ruangan seperti atap berbahan tanah atau keramik, menaruh tanaman hias di dalam rumah untuk menyejukkan udara di dalam ruangan dan sebagainya.
8. Pemerintah menyediakan fasilitas kendaraan umum massal secara efektif dan efisien.
9. Mensosialisasikan kegiatan-kegiatan yang bersifat menghemat energi.
10. Memakai jenis pakaian yang nyaman dan sesuai kondisi cuaca dan suhu udara, sehingga mengurangi penggunaan energi untuk pendingin atau pemanas ruangan.
11. Jangan buang kertas bekas begitu saja, tanamkan dalam diri bahwa setiap menggunakan sebuah kertas maka kita telah menebang sebuah pohon. Gunakan kertas bolak balik.
12. Tanam pepohonan di halaman rumah agar udara tetap bersih dan segar.

Oleh karena itu, sebaiknya kita memulai menghemat penggunaan energi di manapun kita berada, di rumah di sekolah, di tempat kerja dan di lingkungan sekitar. Dengan demikian, bumi menjadi tempat tinggal yang nyaman dan lestari untuk anak dan cucu kita kelak.



#### Ingat

Kita tidak mewarisi bumi dari nenek moyang kita, kita hanya meminjamnya dari anak-anak kita.  
Native American Proverb

Nah, agar Anda lebih faham tentang penerapan teknologi ramah lingkungan di bidang lingkungan lakukan kegiatan pada rubrik penugasan berikut.

## Penugasan 3.1

Mencari informasi cara membuat lubang resapan biopori

### Tujuan

Anda diharapkan mampu:

1. Mencari Informasi cara membuat lubang biopori dari berbagai sumber;
2. Menyajikan laporan yang menarik disertai gambar tentang proses pembuatannya.

### Media

Alat tulis, kertas, berbagai buku/ pustaka lain yang mendukung

### Langkah - langkah

Pelajari kembali uraian tentang biopori, kemudian lakukan langkah-langkah berikut.

1. Siapkan berbagai sumber pustaka yang dibutuhkan untuk mencari informasi;
2. Carilah informasi tentang cara pembuatan lubang biopori dari berbagai sumber;
3. Jelaskan alat dan bahan yang dibutuhkan serta cara pembuatannya;

### Pembahasan

1. Mengapa kita perlu membuat lubang resapan biopori?
2. Mengapa lubang resapan biopori harus diisi dengan sampah organik?
3. Buatlah laporan, sajikan secara tertulis dan serahkan pada Tutor Anda sebagai portofolio.

### Fungsi Teknologi Ramah Lingkungan

Berikut beberapa fungsi dengan adanya teknologi ramah lingkungan, antara lain:

- Menjaga kelestarian alam dari kerusakan;
- Menjaga lingkungan yang bermanfaat untuk menjaga kesehatan;
- Meminimalkan limbah sehingga mencegah pencemaran lingkungan;
- Memanfaatkan barang-barang yang tidak berguna menjadi produk yang berguna bagi manusia;
- memberikan efek yang sangat baik untuk lingkungan sehingga tidak menimbulkan dampak yang akan merusak lingkungan;
- Menghemat sumber daya alam
- Memanfaatkan sumber energi terbarukan atau dapat diperbarui tanpa menghasilkan polusi atau limbah.

### D. Teknologi Tidak Ramah Lingkungan

Teknologi tidak ramah lingkungan merupakan bentuk penerapan teknologi yang tidak memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Beberapa prinsip teknologi tidak ramah lingkungan di antaranya teknologi tersebut menghasilkan sisa atau limbah yang dapat membahayakan lingkungan. Sumber energi yang digunakan adalah sumber energi yang tidak dapat diperbarui, selain itu penerapan teknologi tidak ramah lingkungan ini kurang memperhatikan kelestarian lingkungan. contoh teknologi yang tidak ramah lingkungan adalah teknologi yang digunakan dalam pengolahan minyak bumi dan pengolahan batu bara.

## Penugasan 3.2

Mengidentifikasi jenis dan pemanfaatan teknologi ramah lingkungan di berbagai bidang.

### Tujuan

Melalui penugasan ini diharapkan Anda dapat:

1. Menjelaskan prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan?
2. Menjelaskan contoh teknologi ramah lingkungan di berbagai bidang?

### Media

Untuk melakukan penugasan ini, anda diminta untuk menyiapkan:

- Berbagai buku referensi, buku catatan, pensil/pulpen, penggaris

### Langkah Kegiatan

1. Baca buku referensi atau bagian dari modul ini yang menjelaskan manfaat teknologi ramah lingkungan di berbagai bidang.
2. Buat rangkumannya dalam bentuk Tabel.
3. Jelaskan prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan
4. Diskusikan dengan kelompok Anda dan tulis jawaban dalam lembaran kertas
5. Buatlah laporan, sajikan secara tertulis dan serahkan pada Tutor Anda sebagai bagian dari penilaian portofolio.

Pelajaran Unit 3 sudah selesai. Istirahatlah sejenak.

Lanjutkan belajar Anda dengan mengerjakan latihan soal untuk menguji tingkat pemahaman Anda. Selamat Belajar, Tetap Semangat Ya...!

## Rangkuman

### Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

- Tanah merupakan komponen penting bagi keberlangsungan kehidupan di bumi.
- Tanah berperan sebagai: tempat hidup (habitat) bagi berbagai organisme, penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia, penyedia tambang atau bahan galian, penyedia dan penyaring air.
- Organisme tanah berperan sebagai: decomposer, pereaksi kimia dalam tanah, pengurai polutan dalam tanah, pencegah penyakit tanah, pemberi pengaruh pada tekstur tanah, dan pengatur kegemburan serta struktur tanah.
- Komponen-komponen penyusun tanah yaitu: batuan, udara, humus, air, mineral dan komponen organik.
- Proses pembentukan tanah terbagi atas empat tahapan yaitu: 1) proses pelapukan batuan; 2) pelunakan struktur; 3) tumbuhnya tumbuhan perintis; dan 4) proses penyuburan.
- Proses pembentukan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: 1) faktor iklim; 2) faktor organisme; 3) bahan induk, 4) topografi; dan 5) waktu.
- Faktor iklim merupakan faktor yang paling dominan dalam proses pembentukan tanah.
- Komponen penyusun tanah, yaitu: batuan, udara, humus, air, mineral, dan komponen organik.
- Tanah yang subur ditentukan oleh kandungan mineral, sifat fisika dan kimia tanah.

### Bioteknologi

- Bioteknologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari penerapan prinsip-prinsip biologi yang digunakan manusia untuk tujuan tertentu.
- Bioteknologi dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu: bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.
- Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa. Contoh: tempe, tape, kecap, keju, yoghurt, nata de coco.
- Ciri-ciri bioteknologi konvensional, antara lain: 1) dikenal sejak awal peradaban manusia; 2) peralatan yang digunakan masih sederhana; 3) pemanfaatan mikroorganisme terbatas; 4) jumlah produk yang diproduksi dalam jumlah kecil; 5) teknologi yang digunakan masih sederhana; 6) prosesnya relatif tidak steril sehingga kualitas hasilnya tidak bisa dijamin.
- Bioteknologi modern adalah bioteknologi yang dalam produksi dilakukan dengan menerapkan rekayasa genetika.

- Ciri-ciri bioteknologi modern, antara lain sebagai berikut: 1) menggunakan teknik rekayasa genetika; 2) membutuhkan keahlian khusus; 3) menggunakan peralatan yang modern; 4) pemanfaatan mikroorganisme dan teknologi yang modern.
- Peran mikroorganisme dalam bioteknologi antara lain adalah sebagai berikut: 1) penghasil Makanan atau Minuman; 2) penghasil Protein Sel Tunggal (PST); 3) penghasil zat organik; 4) penghasil obat; 5) penghasil energi; dan f) pengolah limbah.
- Bioteknologi dapat diterapkan di bidang 1) pertanian a.l tanaman transgenik, kultur jaringan, hidroponik dan aeroponik; 2) Peternakan a.l pakan ternak fermentasi, inseminasi buatan (kawin suntik), teknologi kloning, transfer embrio, teknologi transgenik. 3) Bidang Kedokteran a.l insulin, hormon pertumbuhan, vaksin, penisilin dan interferon.

### Manfaat Bioteknologi:

#### Di Bidang Pangan

- Dapat mengatasi kekurangan bahan makanan (protein dan vitamin). Dengan bioteknologi, bahan makanan dapat diproduksi secara lebih cepat tanpa memerlukan ruangan yang luas (misal Protein Sel Tunggal/ PST).
- Meningkatkan nilai tambah bahan makanan.
- Meningkatkan gizi masyarakat;

#### Di bidang pertanian dan peternakan

- Melestarikan plasma nutfah;
- Meningkatkan kualitas dan kuantitas produk-produk pertanian, perkebunan, peternakan maupun perikanan karena temuan bibit unggul.
- Mampu menghasilkan bibit unggul
- Melindungi tanaman dari hama (misalnya, serangga) dan penyakit pada tanaman;

#### Di bidang Kesehatan

- Melakukan respon imun (kekebalan) dengan cara memproduksi suatu protein yang disebut Interferon. Menghasilkan antibiotik yang dapat digunakan untuk mengobati penyakit-penyakit yang disebabkan oleh bakteri.
- Membantu mengatasi masalah kesehatan dengan menyediakan obat-obatan untuk memberantas penyakit secara lebih murah.
- Membantu dunia kedokteran dan medis mengatasi penyakit-penyakit tertentu. Misalnya: penyakit kelainan genetik dengan terapi gen, hormon insulin, antibiotik, antibodi monoklonal, vaksin.
- Menyediakan berbagai senyawa organik seperti alkohol, asam asetat, gula, bahan makanan, protein, vitamin.

#### Di bidang Lingkungan

- Menyediakan sumber energi alternatif ramah lingkungan, misalnya biogas.
- Memperbaiki lingkungan (misalnya bakteri pencerna limbah).

**Dampak negatif bioteknologi**, di bidang Lingkungan antara lain: rusaknya ekosistem di suatu lingkungan, penggunaan insektisida yang berlebihan dapat mematikan serangga yang bermanfaat, tanaman hasil dari transgenik melalui proses bioteknologi akan sulit diuraikan oleh bakteri, menimbulkan pencemaran lingkungan karena limbah pembuatan tempe dan kecap skala besar. Di bidang pertanian: a.l penggunaan tanaman transgenik dapat mengakibatkan punahnya makhluk hidup dalam suatu organisme, berkurangnya keanekaragaman plasma nutfah yaitu suatu jenis makhluk hidup yang masih memiliki sifat asli. Bidang kesehatan antara lain: memicu timbulnya alergi, menyerang sistem imunitas tubuh, munculnya penyakit baru, rentan terhadap penyakit tertentu.

### Teknologi Ramah Lingkungan

- Teknologi ramah lingkungan merupakan bentuk aplikasi teknologi dengan tujuan memberi kemudahan bagi aktivitas dan pemenuhan kebutuhan manusia dengan memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang diciptakan untuk memudahkan kehidupan manusia tanpa perlu merusak atau memberikan dampak negatif pada lingkungan di sekitarnya.
- Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan
- Menggunakan bahan yang ramah lingkungan serta melalui proses yang lebih aman dari teknologi sebelumnya (*Refine*);
- Mengurangi jumlah limbah dengan cara mengoptimalkan penggunaan bahan (*Reduce*);
- Memakai kembali bahan-bahan yang tidak terpakai atau sudah berupa limbah dan diproses dengan cara yang berbeda (*Reuse*);
- Menggunakan kembali bahan-bahan atau limbah dan diproses dengan cara yang sama (*Recycle*);
- Pemanfaatan material tertentu dari limbah untuk diproses demi keperluan yang lain (*Recovery*);
- Penghematan energi dalam suatu proses produksi (*Retrieve Energy*)
- Teknologi ramah lingkungan telah diterapkan di bidang energi dan industri, lingkungan, dan transportasi
- Teknologi ramah lingkungan di bidang energi antara lain, teknologi biofuel, biogas, sel surya (*solar cell*), pembangkit listrik tenaga air, tenaga pasang surut air laut, tenaga angin, geothermal, bahan bakar hidrogen (*fuel cell* dan *hydrogen power*).
- Prinsip teknologi ramah lingkungan di bidang energi adalah dengan memanfaatkan

## Latihan Soal

### I. Pilihlah salah satu jawaban yang tepat!

- Perhatikan pernyataan berikut.  
A. Menjaga suhu bumi supaya tetap dingin  
B. Tempat hidup organisme tanah  
C. Menyediakan nutrisi bagi tumbuhan  
D. Tempat sisa buangan rumah tangga atau industri

Dari pernyataan di atas, yang merupakan peranan tanah bagi kehidupan manusia adalah...

- a. A dan B                      b. A dan C                      c. B dan C                      d. B dan D

- Salah satu peran organisme tanah adalah mengatur kegemburan tanah. Jony melakukan pengamatan pada beberapa jenis tanah dan mendapatkan hasil sebagai berikut.

Lokasi A = Tanah pasir

Lokasi B = Tanah lempung

Lokasi C = Tanah liat

Lokasi D = Tanah lempung berpasir

Menurut pendapatmu, lokasi tanah yang terdapat organisme tanahnya adalah....

- a. Lokasi A dan B                      b. Lokasi A dan D  
c. Lokasi C dan D                      d. Lokasi B dan D

- Tanah terdiri atas beberapa lapisan. Untuk mendapatkan bahan tambang manusia melakukan penggalian hingga lapisan terdalam. Menurut pendapatmu kemungkinan yang terjadi akibat penggalian tanah bagi keseimbangan lingkungan adalah....

- a. Meningkatkan pendapatan penduduk  
b. Mengurangi jumlah mineral dalam tanah  
c. Mempercepat pelapukan secara fisika dan kimia  
d. Mengganggu kehidupan organisme tanah pada lapisan paling atas

- Bentuk aplikasi teknologi yang memberikan kemudahan bagi manusia dalam memenuhi kebutuhannya namun tetap menjaga kelestarian lingkungan baik sekarang maupun yang akan datang merupakan pengertian dari....

- a. teknologi ramah lingkungan                      b. bioteknologi  
c. bioremediasi                      d. teknologi modern

sumber energi alam yang melimpah dan dapat diperbarui.

- Teknologi ramah lingkungan di bidang lingkungan antara lain, biopori, fitoremediasi, teknologi toilet pengompos, teknologi pemurnian air dan teknologi osmosis balik.
- Prinsip teknologi ramah lingkungan di bidang lingkungan adalah dengan mengolah limbah agar tidak berbahaya bagi lingkungan dan limbah dapat menghasilkan produk atau sumber energi baru yang bermanfaat.
- Teknologi ramah lingkungan di bidang transportasi, misalnya kendaraan Hydrogen, bus surya, mobil listrik.
- Teknologi ramah lingkungan di bidang industri adalah biopulping.
- Teknologi tidak ramah lingkungan pada umumnya menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, seperti minyak bumi atau batu bara dan kurang memperhatikan kelestarian lingkungan.

Fungsi teknologi ramah lingkungan, antara lain:

- Menjaga kelestarian alam dari kerusakan;
- Menjaga lingkungan yang bermanfaat untuk menjaga kesehatan;
- Meminimalkan limbah sehingga mencegah pencemaran lingkungan;
- Memanfaatkan barang-barang yang tidak berguna menjadi produk yang berguna bagi manusia;
- Memudahkan pemenuhan kebutuhan manusia.

Perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari, antara lain:

- Mengurangi penggunaan alat transportasi dengan menggunakan bahan bakar minyak. Perilaku yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan kendaraan umum dan mengurangi penggunaan kendaraan pribadi. Mulai menggunakan alat transportasi yang ramah lingkungan seperti, sepeda dan mobil dengan sumber energi listrik atau cahaya matahari. Memanfaatkan biogas sebagai pengganti elpiji.
- Menggunakan lampu hemat energi misalnya mengganti lampu pijar yang menghasilkan warna kuning dengan lampu neon yang menghasilkan warna putih atau LED yang dapat bertahan hingga 15 tahun. Di siang hari dapat menggunakan penerang alami secara optimal.
- Membentuk perilaku dan kebiasaan diri untuk menggunakan listrik saat diperlukan, secara bergantian, dan tidak berlebihan.
- Mematikan televisi, kran air, komputer atau lampu jika sudah tidak digunakan.
- Jika memungkinkan untuk mengeringkan pakaian secara alami di bawah sinar matahari.
- Jangan buang kertas bekas begitu saja, tanamkan dalam diri bahwa setiap menggunakan sebuah kertas maka kita telah menebang sebuah pohon. Gunakan kertas bolak balik.
- Tanam pepohonan di halaman rumah agar udara tetap bersih dan segar.

5. Air mengalir dapat mengikis tanah. Tanah dari daerah yang paling banyak terkikis adalah....
  - a. Daerah datar yang tandus
  - b. Daerah miring yang tandus
  - c. Daerah datar dengan rerumputan
  - d. Daerah miring dengan semak-semak
6. Tanah berubah melalui proses alam dan aktivitas manusia. Berdasarkan pernyataan berikut yang menunjukkan perubahan tanah akibat dari proses alam adalah....
  - a. Pengikisan nutrisi akibat hujan lebat
  - b. Banjir akibat pembangunan bendungan
  - c. Pembentukan gurun akibat penebangan pohon
  - d. Degradasi nutrisi tanah akibat penggunaan pestisida
7. Pelapukan tanah terjadi secara biologi, kimia dan fisika antara kondisi berikut yang paling cepat pelapukan tanahnya adalah daerah....
  - a. Memiliki curah hujan tinggi
  - b. Padang rumput yang kering
  - c. Gurun pasir yang sangat panas
  - d. Hutan tropis yang sangat subur
8. Ion-ion dalam tanah yang dibutuhkan tumbuhan adalah....
  - a.  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{O}_2$
  - b.  $\text{Mg}^{2+}$  dan  $\text{NO}_3^-$
  - c.  $\text{Mg}^{2+}$  dan  $\text{CO}_2$
  - d.  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2\text{SO}_4$
9. Tanah yang memiliki ukuran partikel yang sangat kecil, sulit ditembus air, dan tidak terdapat campuran pasir dan batuan disebut....
  - a. Tanah liat
  - b. Tanah lempung
  - c. Tanah liat berpasir
  - d. Tanah lempung berpasir
10. Akibat utama erosi tanah adalah....
  - a. Berkurangnya kemampuan tanah menyerap air.
  - b. Meningkatnya laju perpindahan mineral dari satu tempat
  - c. Semakin banyaknya tumbuhan pada lapisan atas yang mati
  - d. Hilangnya lapisan tanah teratas sehingga mengganggu organisme tanah
11. Mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan tempe adalah....
  - a. *Rhizopus* sp
  - b. *Lactobacilles casei*
  - c. *Acetobacter xylinum*
  - d. *Sacharomyces cereviceae*
12. Penerapan bioteknologi merupakan penerapan berbagai bidang ilmu, antara lain....
  - a. Biologi, kimia, fisika dan pertanian.
  - b. Biologi, matematika, fisika, dan kimia
  - c. Mikrobiologi, genetika, biologi molekuler dan biokimia
  - d. Mikrobiologi, matematika, biologi molekuler dan biokimia.
13. Perbedaan antara bioteknologi konvensional dengan bioteknologi modern pada....
  - a. Manfaat produknya
  - b. Produk yang dihasilkan
  - c. Mikroorganisme yang digunakan
  - d. Prinsip-prinsip ilmiah yang digunakan

14. Dalam bioteknologi modern dilakukan antara lain sebagai berikut....
  - a. Dilakukan secara sederhana
  - b. Menggunakan peralatan canggih
  - c. Tidak menggunakan prinsip ilmiah
  - d. Tidak diproduksi secara besar-besaran
15. Berikut ini yang bukan produk bioteknologi berbahan baku susu adalah....
  - a. Keju
  - b. Alkohol
  - c. Yoghurt
  - d. Mentega
16. Insulin dapat diperoleh harga yang murah karena hormon tersebut dapat diproduksi secara besar-besaran secara cepat dengan memanfaatkan mikroorganisme....
  - a. *Esherechia coli*
  - b. *Rhizopus oryzae*
  - c. *Aspergillus wentii*
  - d. *Theobacillus ferrooxidans*
17. Dalam pembuatan yoghurt, mikroorganisme yang berperan adalah....
  - a. *Bacillus subtilis*
  - b. *Aspergillus niger*
  - c. *Aspegilus soyae*
  - d. *Lactobacillus vulgaris*
18. Berikut ini merupakan produk bioteknologi konvensional yang berbahan baku kedelai adalah....
  - a. Tape
  - b. Kecap
  - c. yoghurt
  - d. Oncom
19. Perhatikan tabel berikut ini!

No	Produk	Bahan baku	Mikroorganisme
1	Tape	Singkong	<i>Saccharomyces</i>
2	Tempe	Kedelai	<i>Rhyzopus</i>
3	Kecap	Kedelai	<i>Aspergillus</i>
4	Nata de coco	Air kelapa	<i>Acetobacter</i>

Berdasarkan Tabel di atas, manfaat dari bioteknologi adalah....

- a. Mengawetkan makanan
  - b. Membentuk makanan yang bergizi
  - c. Menghindarkan proses pembusukan makanan
  - d. Membentuk makanan baru dengan kandungan gizi tidak berubah
20. Produk atau proses berikut yang berkaitan dengan rekayasa genetika di bidang pertanian adalah....
    - a. Interferon
    - b. Hidroponik
    - c. Kultur jaringan
    - d. Tanaman transgenik
  21. Sumber energi yang paling aman dan ramah lingkungan adalah
    - a. Nuklir
    - b. Batu bara
    - c. Minyak bumi
    - d. Energi matahari

22. Minyak mentah dapat diolah menjadi berbagai jenis bahan bakar seperti bensin, avtur, kerosin serta aspal. Prinsip dasar dalam pengolahan minyak mentah tersebut adalah...
- Penyaringan berdasarkan ukuran molekul
  - Penyaringan berdasarkan berat jenis molekul
  - Pemanasan dan pemisahan berdasarkan titik didih
  - Pemisahan berdasar kelarutannya pada pelarut tertentu
23. Pembakaran batu bara untuk digunakan sebagai sumber energi dapat memiliki beberapa dampak negatif. Berikut ini yang BUKAN merupakan dampak negatif dari pembakaran batubara yang tidak terkontrol adalah...
- Menyebabkan polusi udara
  - Menghasilkan zat radioaktif
  - Menghasilkan gas natrium klorida
  - Menyebabkan gangguan pernapasan
24. Bentuk aplikasi teknologi yang memberikan kemudahan bagi manusia dalam memenuhi kebutuhannya namun tetap menjaga kelestarian lingkungan baik sekarang maupun yang akan datang merupakan pengertian dari...
- Bioteknologi
  - Bioremediasi
  - Teknologi modern
  - Teknologi ramah lingkungan
25. Berikut ini yang BUKAN merupakan prinsip-prinsip teknologi yang tetap menjaga kelestarian lingkungan adalah...
- Menjaga keberlangsungan lingkungan di masa depan
  - Menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui
  - Menggunakan bahan-bahan yang tidak dapat didaur ulang
  - Memperhatikan keseimbangan lingkungan, social dan ekonomi.
26. Contoh aplikasi teknologi ramah lingkungan dalam bidang energi adalah sebagai berikut, kecuali....
- Teknologi biofuel
  - Teknologi geotermal
  - Teknologi panel surya
  - Teknologi osmosis balik
27. Teknologi penyediaan energi alternatif dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui berupa tumbuh-tumbuhan disebut....
- Teknologi biogas
  - Teknologi biopori
  - Teknologi biofuel
  - Teknologi fuel cell
28. Keunggulan penggunaan panel surya untuk menghasilkan energi listrik sebagai berikut, kecuali....
- Tidak menghasilkan gas SO<sub>2</sub>
  - Mudah dipasang dan dikembangkan
  - Tidak menghasilkan emisi rumah kaca
  - Panel surya dapat menghasilkan listrik meskipun di malam hari

29. Teknologi yang memanfaatkan panas yang ada dalam lapisan dalam bumi untuk digunakan dalam penyediaan energi listrik dilakukan dengan
- Geologi
  - Geopower
  - Geotermal
  - Geoelektrik
30. Kendaraan-kendaraan berikut yang paling ramah lingkungan adalah ....
- Bus dengan mesin diesel
  - Bus dengan mesin motor listrik
  - Pesawat dengan bahan bakar avtur
  - Motor dengan bahan bakar minyak bumi

## II. Jawablah dengan singkat dan jelas

- Di daerah pegunungan atau perbukitan lahan pertanian dibuat terasering. Jelaskan apa keuntungan dari sistim terasering tersebut!
- Mengapa semakin dalam lapisan tanah jumlah organisme tanah yang ditemukan semakin sedikit.
- Sebutkan penyebab terjadinya pencemaran tanah?
- Kenapa kesuburan tanah harus tetap dijaga
- Apa manfaat tanah bagi makhluk hidup
- Jelaskan pengertian dari bioteknologi.
- Sebutkan dua jenis bioteknologi.
- Jelaskan perbedaan pengertian dari bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.
- Apakah yang dimaksud dengan rekayasa genetika
- Apakah peran atau manfaat bioteknologi bagi manusia ?
- Biopori dapat dilakukan di sekitar rumah kita. Jelaskan manfaat diterapkan biopori di lingkungan dan apa dampaknya jika biopori tidak dilakukan (kecuali daerah lahan gambut)?
- Kegiatan apa yang dapat kamu lakukan untuk menghemat penggunaan energi? Berikan contohnya dalam kehidupan sehari-hari!
- Sebagai penerus bangsa Indonesia teknologi manakah yang lebih baik dikembangkan antara teknologi pengolahan minyak bumi atau batubara dan teknologi pengubahan energi angin atau air menjadi energi listrik? Jelaskan?
- Bagaimana teknik pemurnian air sederhana? Buatlah skema alatnya dan beri penjelasan!
- Jelaskan potensi energi alternatif di Indonesia dan berikan contohnya!

## Kriteria Pindah Modul

- Anda dinyatakan tuntas dan dapat mengikuti modul berikutnya dengan ketentuan telah menyelesaikan tugas-tugas dan latihan soal dalam modul dan nilai hasil belajar mencapai ketuntasan minimal 70. Anda minta tutor untuk menguji pemahaman Anda terhadap modul ini sebelum Anda melanjutkan ke modul berikutnya.
- Jika penguasaan materi belum mencapai nilai ketuntasan 70 jangan berkecil hati dan tetap semangat. Ulangi dengan membaca kembali uraian materi dalam modul, kemudian coba lagi untuk mengerjakan soal latihan khususnya pada soal yang Anda rasakan sulit untuk menjawabnya. Anda juga dapat meminta bantuan Tutor untuk membantu Anda.

## Rubrik Penilaian

### A. Rubrik Penugasan

#### UNIT 1 Penugasan 1.1

Tugas

Membuat skema proses pembentukan tanah dan menjelaskan komponen penyusun tanah.

Cara penilaian Tugas 1.1 seperti berikut:

Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Skor mak per Soal
1. Alur proses pembentukan tanah <ul style="list-style-type: none"><li>• Alur proses lengkap dan jelas</li><li>• Alur proses kurang lengkap/kurang jelas</li></ul>	4 2	4
2. Komponen penyusun tanah <ul style="list-style-type: none"><li>• Lengkap dan jelas</li><li>• Kurang lengkap/kurang jelas</li></ul>	3 1.5	3
3. Laporan <ul style="list-style-type: none"><li>• Lengkap, jelas dan sistematis</li><li>• Kurang lengkap, kurang jelas dan kurang sistematis</li></ul>	3 1.5	3
Total Skor		10

#### UNIT 2 Penugasan 2.1

Tugas

Membuat produk bioteknologi konvensional (tape Ketan)

Cara penilaian Tugas 2.1 seperti berikut:

Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Skor mak per Soal
1. Deskripsi hasil pengamatan produk "pembuatan tape". <ul style="list-style-type: none"><li>• Diuraikan dengan jelas dan lengkap</li><li>• Diuraikan kurang jelas dan tidak lengkap</li></ul>	2.5 1.5	2.5
2. Analisis <ul style="list-style-type: none"><li>• Uraian hasil analisis sesuai/tepat</li><li>• Uraian hasil analisis kurang sesuai/tepat</li></ul>	2.5 1.5	2.5



3. Penjelasan fungsi		2.5
• Diuraikan dengan jelas dan lengkap	2.5	
• Diuraikan kurang jelas dan tidak lengkap	1.5	
4. Penyusunan laporan		2.5
• Proses diuraikan dengan jelas dan lengkap	2.5	
• Proses diuraikan kurang jelas dan tidak lengkap	1.5	
<b>Total Skor</b>		<b>10</b>

### UNIT 3. Penugasan 3.1

#### Tugas 3.1

Mencari informasi cara membuat lubang resapan biopori dan manfaatnya.

Cara penilaian Tugas 3.1 seperti berikut:

Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Skor mak per Soal
1. Deskripsi kelengkapan alat dan bahan yang diperlukan dan cara pembuatannya.		2.5
• Alat dan bahan yang diperlukan lengkap, tepat dan jelas cara pembuatannya.	2.5	
• Alat dan bahan yang diperlukan kurang tepat/ kurang lengkap dan kurang jelas cara pembuatannya.	1.5	
2. Analisis		2.5
• Uraian hasil analisis sesuai/tepat	2.5	
• Uraian hasil analisis kurang sesuai/tepat	1.5	
3. Perlunya biopori diisi sampah organik		2.5
• Jawaban tepat dan jelas	2.5	
• Jawaban kurang tepat dan jelas	1.5	
4. Penyusunan laporan		2.5
• Sesuai tujuan, proses diuraikan dengan jelas dan lengkap disertai gambar	2.5	
• Kurang sesuai tujuan, proses diuraikan kurang jelas, tidak lengkap dan tidak disertai gambar	1.5	
<b>Total Skor</b>		<b>10</b>

Rumus Nilai Akhir Unit 1 Penugasan 1.1, Unit 2 Penugasan 2.1 dan Unit 3 Penugasan 3.1:

$\frac{\text{Tot Skor Unit 1 Tugas 1.1} + \text{Tot Skor Unit 2 Tugas 2.1} + \text{Tot Skor Unit 3 Tugas 3.1}}{3}$

3

### B. Penilaian Latihan soal :

#### Pilihan ganda:

Soal berjumlah = 30 butir

Nilai masing-masing butir adalah = 1

Nilai tertinggi =  $30 \times 1 = 30$

Nilai PG =  $\frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{30} \times 100$

30

#### Soal Uraian

setiap jawaban yang benar bernilai = 2

Nilai tertinggi pertanyaan uraian =  $15 \times 2 = 30$

Nilai Essay =  $\frac{\text{Jumlah nilai yang diperoleh}}{30} \times 100$

30

Total Latihan Soal :

Nilai Akhir =  $\frac{\text{Nilai PG} + \text{Nilai Essay}}{2}$

2

Penghitungan nilai sebagai berikut:

**Rumus Nilai Akhir :**

$\frac{\text{Nilai Akhir Tugas} + \text{Nilai Akhir Latihan Soal}}{2}$

2

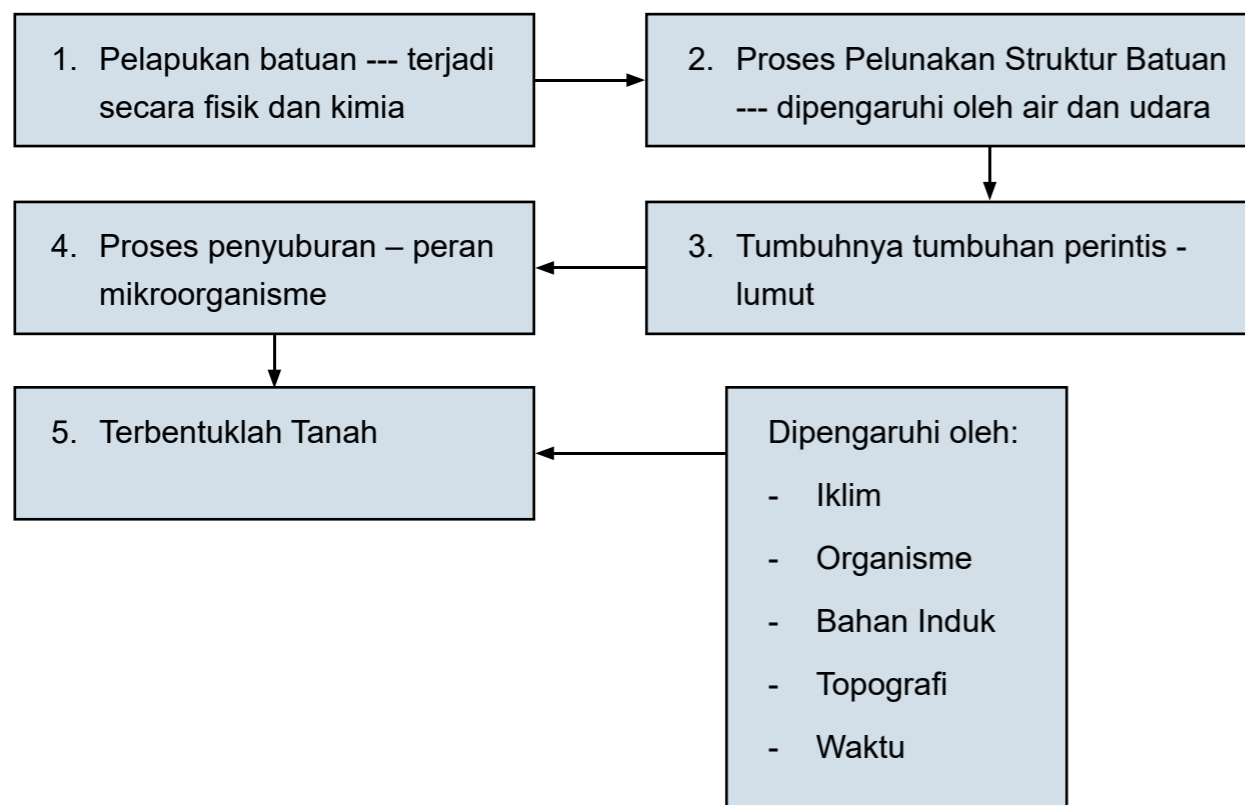
Rentang Nilai (0 – 100)	Nilai	Kelulusan
90 – 100	A (Baik Sekali)	Lulus
80 – 89	B (Baik)	Lulus
70 – 79	C (Cukup)	Lulus
< 69	D (Kurang)	Tidak Lulus

## Kunci Jawaban dan Pembahasan

### Unit 1 Penugasan 1.1

Kunci jawaban tentang Tugas:

- membuat alur proses pembentukan tanah dan komponen penyusun tanah.



- Komponen Penyusun Tanah: batuan, udara, humus, air, dan mineral

### Unit 2 Penugasan 2.1

Kunci jawaban tentang Tugas: Membuat produk bioteknologi konvensional (membuat tape).

- Pemberian ragi tape dilakukan dalam keadaan ketan dingin karena jamur dan mikoba yang digunakan pada saat membuat tape tidak bisa tumbuh dan berkembang.
- Pemberian ragi memiliki fungsi untuk fermentasi ketan menjadi tape. . Saccharomyces berfungsi mengubah gula menjadi alkohol, sedangkan Acetobacter mengubah alkohol menjadi asam laktat.
- Kesimpulan:

Dalam pembuatan tape ketan diperlukan ragi tape (Sacharomyces), agar proses fermentasi ketan menjadi tape terjadi maka ragi tape ditaburkan setelah ketan dalam keadaan sudah dingin karena bila masih panas jamur tidak bisa berkembang.

### Unit 3 Penugasan 3.1

Kunci jawaban tentang Tugas: Mencari informasi cara membuat lubang resapan biopori

#### Cara Membuat Lubang Biopori

Alat dan bahan:

- Pipa PVC dan tutupnya (diameter 10 cm dan panjang 1 m, lubangi pipa dengan bor);
- Bor tanah (diameter bor tanah 10 cm dengan kedalaman 100 cm);
- Linggis
- Palu untuk tanah yang keras/ berbatu/ berakar;
- Ember berisi air dan gayung ketika melunakkan tanah;
- Sampah organik (daun kering, sisa sayur, buah, ikan dan lain-lain);

Cara membuat:

- Pilih tanah yang tidak berbatu, jika tanah berbatu/ keras maka bisa menggunakan palu untuk menghancurkannya;
- Lubangi tanah dengan bor tanah yang diputar searah jarum jam dengan kedalaman krang lebih 1 m, bila ada akar atau tanah keras siramlah dengan air dan tunggu sebentar agar lebih lunak. Bila tidak punya bor tanah gunakan linggis.

3. Masukkan pipa PVC yang telah dilubangi sekelilingnya dan masukkan sampah organik dari dapur dan sekitar;
4. Tutup dengan tutup yang telah dilubangi, kemudian tutup dengan tanah sekitarnya namun jangan sampai menutupi tutup pipanya. Biarkan tutup pipa terlihat tapi jangan sampai kedudukan pipa lebih tinggi dari permukaan tanah sekitar.

Analisis:

1. Kita perlu membuat lubang resapan biopori karena:
  - Menyerap air hujan dan mencegah banjir
  - Dengan biopori tanah menjadi lebih subur
  - Mendaur ulang sampah organik
  - Memperkaya kandungan air hujan, dan H<sub>2</sub>O. Namun setelah diresapkan ke dalam tanah lewat biopori yang mengandung lumpur dan bakteri, air akan melarutkan dan kemudian mengandung mineral-mineral yang diperlukan oleh kehidupan.
  - Membuat keseimbangan alam terjaga,
  - Dapat dipanen menjadi pupuk kompos.
2. Mengapa lubang resapan biopori harus diisi dengan sampah organik karena memiliki fungsi sebagai makanan (sumber energi) makhluk hidup yang ada di tanah untuk melakukan aktivitasnya, seperti cacing dan akar tumbuhan yang akan membentuk lubang di dalam tanah.

## Kunci Jawaban Soal Latihan

### I. Kunci Jawaban Pilihan Ganda :

- 1 A : Tanah berperan penting bagi kehidupan manusia, antara lain: tempat tinggal, penyedia air, penyedia nutrisi bagi kehidupan dan tempat melakukan kegiatan. Tempat tumbuhnya vegetasi yang sangat berguna bagi kepentingan hidup manusia. Tempat mengandung bahab tambang atau bahan galian yang berguna bagi manusia.
- 2 D : Tanah liat atau lempung adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer. Lempung mengandung leburan silika dan/atau aluminium yang halus. Unsur-unsur ini, silikon, oksigen, dan aluminium adalah unsur yang paling banyak menyusun kerak bumi. Tanah lempung berpasir memiliki partikel terlihat pasir dicampur ke dalam tanah . Ketika tanah liat berpasir tanah yang dikompresi, mereka memegang bentuk tapi mudah pecah .Tanah lempung berpasir memiliki konsentrasi tinggi dari pasir yang memberi mereka merasa berpasir .
- 3 D : Untuk mendapatkan bahan tambang manusia melakukan penggalian hingga lapisan terdalam. Menurut pendapatmu kemungkinan yang terjadi akibat penggalian tanah bagi keseimbangan lingkungan adalah mengganggu kehidupan organisme tanah pada lapisan paling atas
- 4 D : Bentuk aplikasi teknologi yang memberikan kemudahan bagi manusia dalam memenuhi kebutuhannya namun tetap menjaga kelestarian lingkungan baik sekarang maupun yang akan datang merupakan pengertian dari teknologi ramah lingkungan
- 5 B : Daerah miring menyebabkan aliran air semakin cepat, hal ini akan mempercepat proses pengikisan lapisan tanah bagian atas. Sedangkan pada tanah tandus tidak terdapat pengikat tanah berupa akar pohon, yang menyebabkan partikel-partikel tanah mudah terlepas terbawa oleh aliran air saat hujan.
- 6 A : Tanah berubah melalui proses alam dan aktivitas manusia yang mengakibatkan perubahan tanah akibat dari proses alam adalah pengikisan nutrisi akibat hujan lebat
- 7 D : Pelapukan tanah terjadi secara biologi, kimia dan fisika antara likasi berikut yang paling cepat pelapukan tanahnya adalah daerah Hutan tropis yang sangat subur
- 8 B : Ion adalah atom-atom yang bermuatan listrik, muatan ini bisa bernilai positif atau negative. Dilambangkan dengan tulisan lambang atom seperti Na<sup>+</sup> ata Cl<sup>-</sup> Pada opsi jawaban tersebut adalah Mg<sup>2+</sup> dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Ion magnesium merupakan bagian dari klorofil. Kekurangan zat ini maka akibatnya klorosis. Gejalanya akan tampak pada permukaan daun bagian bawah. Sedangkan ion nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman yang diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar.

- 9 B : Tanah lempung adalah Tanah yang memiliki ukuran partikel yang sangat kecil, sulit ditembus air, dan tidak terdapat campuran pasir dan batuan
- 10 D : Dampak dari erosi adalah menipisnya lapisan permukaan tanah bagian atas, yang akan menyebabkan menurunnya kemampuan lahan (degradasi lahan). Akibat lain dari erosi adalah menurunnya kemampuan tanah untuk meresapkan air (infiltrasi).
- 11 A : Proses pembuatan tempe memanfaatkan jamur rhizopus sp. Yang berfungsi untuk melakukan fermentasi pada kedelai, sehingga kedelai menjadi lunak dan menyatu oleh adanya hifa dari jamur tersebut.
- 12 C : Penerapan bioteknologi merupakan penerapan berbagai bidang ilmu, antara lain Mikrobiologi, genetika, biologi molekuler dan biokimia
- 13 D : Perbedaan antara bioteknologi konvensional dengan bioteknologi modern pada prinsip-prinsip ilmiah yang digunakan. Berbeda dengan bioteknologi konvensional, dalam bioteknologi modern yang dilakukan dengan rekayasa genetika memanfaatkan keterampilan manusia dalam memanipulasi makhluk hidup supaya dapat dimanfaatkan dalam menghasilkan barang yang diinginkan dalam bidang produksi pangan seperti pada tanaman transgenik.
- 14 B : Dalam bioteknologi modern dilakukan sebagai berikut antara lain menggunakan peralatan canggih
- 15 B : Produk makanan hasil bioteknologi konvensional ternyata bahan bakunya bermacam-macam, tidak hanya bahan baku dari susu, seperti tape, tempe dan oncong, kecap, taoco, dan alcohol.
- 16 A : Insulin dapat diperoleh harga yang murah karena hormone tersebut dapat diproduksi secara besar-besaran secara cepat dengan memanfaatkan mikroorganisme *Escherichia coli*
- 17 D : *Lactobacillus bulgaricus* adalah sejenis bakteri yang berperan dalam pembentukan yoghurt. Bakteri ini pertama kali diidentifikasi oleh seorang dokter asal Bulgaria bernama Stamen Grigorov, pada tahun 1905. ... Bakteri ini hidup dari "memakan" laktosa (gula susu) dan mengeluarkan asam laktat.
- 18 B : Produk bioteknologi konvensional yang berbahan baku kedelai adalah kecap
- 19 D : Manfaat dan bioteknologi adalah Membentuk makanan baru dengan kandungan gizi tidak berubah
- 20 C : Kultur jaringan adalah suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti sekelompok sel atau jaringan yang ditumbuhkan dalam kondisi aseptik, sehingga bagian tanaman tersebut dapat memperbanyak diri tumbuh menjadi tanaman lengkap kembali.

- 21 D : Matahari sebagai sumber energi cahaya terbesar, memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan manusia di dunia, antara lain: membantu proses fotosintesis, membantu penerangan, menjemur pakaian, menghasilkan energi listrik, membantu proses pertumbuhan kecambah dan sebagai sumber nutrisi terbaik.
- 22 C : Minyak bumi harus mengalami proses pengolahan dahulu. Pengolahan minyak bumi tahap pertama dilakukan dengan distilasi bertingkat, yaitu proses distilasi berulang-ulang, sehingga didapatkan berbagai macam hasil berdasarkan perbedaan titik didihnya.
- 23 C : Pembakaran batu bara untuk digunakan sebagai sumber energi dapat memiliki beberapa dampak negative seperti menyebabkan polusi udara, menghasilkan zat radioaktif, dan menyebabkan gangguan pernapasan.
- 24 D : Bentuk aplikasi teknologi yang memberikan kemudahan bagi manusia dalam memenuhi kebutuhannya namun tetap menjaga kelestarian lingkungan baik sekarang maupun yang akan datang merupakan pengertian dari teknologi ramah lingkungan.
- 26 B : Prinsip-prinsip teknologi yang tetap menjaga kelestarian lingkungan adalah menjaga keberlangsungan lingkungan dimasa depan, menggunakan bahan-bahan yang tidak dapat didaur ulang, dan memperhatikan keseimbangan lingkungan, social dan ekonomi.
- 26 A : Bahan bakar hayati (Biofuel) adalah setiap bahan bakar baik padatan, cairan ataupun gas yang dihasilkan dari bahan-bahan organik. Biofuel dapat dihasilkan secara langsung dari tanaman atau secara tidak langsung dari limbah industri, komersial, domestik atau pertanian.
- 27 A : Teknologi penyediaan energi alternatif dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui berupa tumbuh-tumbuhan disebut Teknologi biogas
- 28 A : keunggulan penggunaan panel surya untuk menghasilkan energi listrik sebagai berikut mudah dipasang dan dikembangkan, tidak menghasilkan emisi rumah kaca, dan panel surya dapat menghasilkan listrik meskipun di malam hari.
- 29 D : Teknologi yang memanfaatkan panas yang ada dalam lapisan dalam bumi untuk digunakan dalam penyediaan energi listrik dilakukan dengan geoelektrik.
- 30 B : Kendaraan hijau adalah sebuah kendaraan yang dianggap ramah lingkungan. Ini dicapai dengan cara mengurangi konsumsi petroleum atau lebih baik lagi menggunakan sumber energi terbarukan sebagai bahan bakar. Contoh dari mobil hijau termasuk mobil listrik, mobil hibrid, dan mobil hidrogen.

## II. Kunci Jawaban Essay :

1. Keuntungan terasering mengurangi laju aliran air sehingga air dapat tertahan dan meresap didalam tanah, dapat mengurangi hilangnya tanah dari permukaan, mengurangi hilangnya nutrisi tanah akibat hujan atau erosi.
2. Semakin dalam tanah maka semakin sedikit ditemukan organisme karena lapisan tanah terdalam terdiri dari batuan
3. Penyebab terjadinya pencemaran tanah adalah:
  - Limbah cair
  - Limbah padat
  - Limbah anorganik
  - Limbah organik
  - Limbah pertanian
  - Limbah industri
  - Limbah rumah tangga
  - Limbah pertambangan
  - Kebakaran hutan
  - Bencana alam
4. Kesuburan tanah harus tetap dijaga.

Karena tanah yang subur adalah tempat tumbuhan berkembang. Jika tanah tidak subur maka tanaman tidak bisa tumbuh dan hewan herbivora tidak dapat makanan lalu mati juga hewan karnifora kehilangan makanannya dan bisa dibilang akan tidak ada kehidupan
5. Manfaat tanah bagi makhluk hidup adalah
  - Tempat tumbuh dan berkembangnya perakaran
  - Penyedia kebutuhan tanaman terdiri dari air, udara dan unsur-unsur hara
  - Penyedia kebutuhan tanaman zat-zat pemacu tumbuh: hormone, vitamin, dan asam-asam organik, antibiotic dan toksin anti hama dan enzim yang dapat menyediakan kesediaan hara.
  - Penyedia unsur hara bagi tumbuhan
  - Penyedia makanan untuk biota tanah
6. Pengertian Bioteknologi adalah : pemanfaatan makhluk hidup untuk membantu pekerjaan atau menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia.
7. Bioteknologi konvensional (tradisional) dan bioteknologi modern.

8. Bioteknologi konvensional: bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa. Contoh : tempe, tape, kecap, keju, yoghurt, nata de coco. Sedangkan bioteknologi modern adalah bioteknologi yang dalam produksi dilakukan dengan menerapkan rekayasa genetika. Rekayasa genetika adalah: kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA baru. Manipulasi materi genetika dilakukan dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu. Contoh : tanaman transgenik, hewan transgenik, Protein Sel Tunggal (PST), hormon sintetik, interferon.
9. Rekayasa genetika : manipulasi langsung gen suatu organisme menggunakan bioteknologi atau proses menyisipkan DNA baru secara manual kepada suatu organisme
10. Manfaat bioteknologi bagi manusia adalah :
  - a. Di bidang pangan, menghasilkan bahan makanan baru yang lebih mudah dicerna oleh tubuh.
  - b. Di bidang pertanian, melalui rekayasa genetika mampu menciptakan bibit unggul yang akan memberikan produk bermutu tinggi, misalnya tahan terhadap hama, mengendalikan serangga perusak tanaman. Melalui rekayasa genetika dapat menghasilkan suatu organisme sehingga menghasilkan sifat-sifat baru misalnya tebu transgenik yang memiliki keunggulan yaitu produksinya lebih banyak, membutuhkan pupuk lebih sedikit, limbahnya dapat dijadikan makanan ternak.
  - c. Di bidang peternakan, melalui rekayasa genetika dapat menghasilkan hewan transgenik misalnya sapi transgenik dengan disisipkan gen yang bertanggung jawab terhadap produksi hormon BST (bovin somatotropin), yang berfungsi memacu produksi susu sapi.
  - d. Di bidang lingkungan, mengurangi pencemaran lingkungan dengan menerapkan proses daur ulang dengan menggunakan bakteri atau mikroorganisme lain misalnya *Pseudomonas putida*, mampu menguraikan minyak di permukaan air dan batu dengan cara memecah ikatan hidrokarbon minyak.
  - e. Di bidang kesehatan, melakukan respon imun (kekebalan) dengan cara memproduksi suatu protein yang disebut Interferon. Dengan produksi interferon maka sel-sel tubuh akan menjadi kebal terhadap virus tersebut.
11. Biopori dapat menjaga keseimbangan lingkungan, mencegah banjir di musim hujan, menjaga ketersediaan air di musim kemarau, membantu pencegahan penyebaran penyakit yang disebabkan oleh adanya genangan air, seperti demam berdarah, malaria dan kaki gajah membantu menjaga kesuburan dan kelestarian organisme tanah.

12. Mematikan lampu yang tidak digunakan, mematikan kendaraan bermotor jika tidak digunakan
13. Lebih baik dikembangkan teknologi perubahan energi angin atau air, karena teknologi ini lebih ramah lingkungan, selain itu cadangan minyak bumi akan semakin habis sehingga di tahun-tahun mendatang kita harus mengembangkan teknologi energi alternatif
14. Teknik pemurnian air secara sederhana dapat menggunakan saringan yang berlapis-lapis yang terbuat dari beberapa bahan seperti, kerikil, batu, arang, ijuk atau sabut kelapa dan dapat juga ditambahkan dengan kapas atau kain katun. Air kotor dapat dituangkan kedalam tabung melalui bagian atas kemudian akan mengalir pada bagian bawah sehingga diperoleh air yang sudah bersih.
15. Potensi energi alternatif yang dapat diterapkan di Indonesia di antaranya adalah dengan memanfaatkan energi matahari, energi listrik tenaga angin, pembangkit listrik tenaga air serta pembangkit listrik tenaga nuklir.

## Saran Referensi

- ◇ Pembuatan tape singkong:  
<https://cookpad.com/id/resep/2249949-membuat-sendiri-tape-singkong-homemade>
- ◇ Pembuatan Kecap: <https://www.youtube.com/watch?v=PPauJ2pPZ-A>
- ◇ Pembuatan Biopori : <https://www.youtube.com/watch?v=qWm8svo8MVQ>
- ◇ Efektifitas Lubang resapan biopori: <https://www.youtube.com/watch?v=Willmi16is>
- ◇ Video mobil berbahan bakar Hidrogen <https://youtu.be/9hZBv-o4bl0>

## Daftar Pustaka

- Budi Purwanto dkk, 2018. Eksplorasi Ilmu Alam 3, Penerbit Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, Solo.
- Campbell, N.A., Reece, J.B dan Mitchell. L.G. 2012. Biologi edisi 8 jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Eka Cahya Prima, dkk. 2018. Mata Pelajaran IPA : Pendalaman Materi Teknologi Ramah Lingkungan. Jakarta :Direktorat Pembelajaran, Dit Belmawa, Kemenristekdikti RI.
- Istamar Syamsuri, dkk, 2007. IPA Biologi untuk SMP kelas IX, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Ihsanuddin, 2010. Taktis IPA SMP, Penerbit Tiga Serangkai Solo.
- Kamir R Brata, Anne Nelistya. Lubang Resapan Biopori. Penerbit Penebar Swadaya. 2008.
- Kardono. Teknologi Ramah Lingkungan, Kriteria, Verifikasi dan Arah Pengembangan. Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2010.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2018. Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas IX Semester 2. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. 2018. Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas IX. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kilgour O.F.G. 1987. Mastering Biology. London: Macmillan Education LTD.
- Millican, C & Barker, B. 1997. GCSE Key Stage 4 Biology. London: Longman Study Guides.
- Nunung Nurhayati, S.Pd, 2004. Ringkasan dan Bank soal biologi SMP, Penerbit Yrama Widya, Bandung.
- Sutarno, Prof, MSc, PhD Rekayasa Genetik Dan Perkembangan Bioteknologi Di Bidang Peternakan - Proceeding, Universitas Sebelas diakses 7 juli 2020  
<https://www.kompas.com/skola/read/2020/01/30/160000969/bioteknologi--arti-sejarah-dan-perkembangan>. Oleh Ari Welianto.2020. diakses 2 Juni 2020.
- <http://www.dunia-mulyadi.com/2016/03/materi-ipa-teknologi-ramah-lingkungan.html> diakses 25 Juni 2019
- <https://greatedu.co.id/greatpedia/membedakan-sifat-fisika-dan-sifat-kimia-tanah-ipa-kelas-9> diakses 27 Juni 2020
- <https://portal-ilmu.com/proses-pembentukan-tanah/> 26/6/2020
- <https://www.studineews.co.id/pengertian-dekomposer-pengurai-jenis-jenis-contoh/>

<https://www.popmama.com/life/home-and-living/fx-dimas-prasetyo/cara-mudah-mengusir-kelabang-di-rumah> 27 juni 2020

<https://brainly.co.id/tugas/2361643#:~:text=tanah%20merupakan%20lapisan%20terluar%20dari,tanah%20ialah%20faktor%20bahan%20induk>. Diakses 26 juni 2020

<https://portal-ilmu.com/proses-pembentukan-tanah/> 27 juni 2020

<https://smp.prasacademy.com/2018/06/peranan-organisme-tanah-bagi-kehidupan.html> 30 juni 2020

<https://www.bengkulunews.co.id/peran-bioteknologi-tanaman-dalam-bidang-pertanian/>  
Oleh : Noviya Nur Safitri diakses 30 juni 2020

<https://www.idntimes.com/life/inspiration/stella/pemborosan-energi-terbesar-yang-dilakukan-orang/1> 17 Juli 2020

<https://www.seputarpengetahuan.co.id/2020/03/bioteknologi-konvensional.html> 3 juli 2020

<https://www.dosenpendidikan.co.id/bioteknologi-konvensional/> diakses 1 juli 2020 <http://menlhk.go.id/biindonesiabchoteknologi-1-konsep-dasar-dan-perkembangan/> diakses 4 juli 2020

<https://www.dosenpendidikan.co.id/bioteknologi-pangan/> 5 Juli 2020

[https://www.academia.edu/10601079/BIOTEKNOLOGI\\_DI\\_BIDANG\\_PERTANIAN\\_DAN\\_PETERNAKAN](https://www.academia.edu/10601079/BIOTEKNOLOGI_DI_BIDANG_PERTANIAN_DAN_PETERNAKAN) diakses 6 juli 2020

<https://ekosistem.co.id/gambar-kultur-jaringan/> diakses 7 juli 20120

<http://majalahenergi.com/terbaru/bakteri-penghasil-sumber-energi> 8 juli 2020

<https://environment-indonesia.com/articles/konsep-teknologi-ramah-lingkungan/> 9 Juli 2020

<http://standarisasi.menlhk.go.id/index.php/barangjateknologi-ramah-lingkungan/teknologi-ramah-lingkungan/> 9 juli 2020

<https://www.kompas.com/skola/read/2020/02/27/120000169/teknologi-ramah-lingkungan--contoh-dan-fungsinya?page=all> 9 Juli 2020

<https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Teknologi-Ramah-Lingkungan-2016/menu3.html> diakses 9 juli 2020

<https://zerowaste.id/manajemen-sampah/membuat-lubang-resapan-biopori/> 16 Juli 2020

<https://www.gesi.co.id/fitoremediasi/> diakses 16 Juli 2020

<https://ardra.biz/sain-teknologi/bio-teknologi/pengertian-manfaat-proses-fermentasi/> diakses 15 Mei 2020.

## Profil Penulis

### A. IDENTITAS

1. Nama Lengkap : Drs. Abdul Hamid, M.Pd
2. Tempat/Tgl. Lahir : Ujung Pandang, 07 Mei 1965
3. Jabatan : Pamong Belajar Madya
4. Agama : Islam
5. Alamat Tempat Tinggal : Jl. Haumeni – Kel. Naikoten I Kota Kupang - NTT
6. Telp./HP : 081 246 74049
7. E-mail : [hr\\_abdul@yahoo.com](mailto:hr_abdul@yahoo.com)

### B. TEMPAT BEKERJA

1. Instansi Induk : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
2. Satuan Kerja : Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
3. Unit Kerja : Balai Pengembangan Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat (BP-PAUD dan Dikmas) Nusa Tenggara Timur
4. Alamat Kerja : Jln. Perintis Kemerdekaan Kel. Kayu Putih Kota Kupang

### C. RIWAYAT PENDIDIKAN UMUM

- SD di Ujung Pandang, Tahun 1977
- SMP di Ujung Pandang, Tahun 1981
- SMA di Ujung Pandang, Tahun 1984
- IKIP (S1) di Ujung Pandang, Tahun 1991
- IKIP (S2) di Yogyakarta, Tahun 1998

### D. RIWAYAT DIKLAT

1. Diklat teknis pamong belajar wilayah timur
2. Pelatihan peningkatan kompetensi asesor akreditasi pendidikan nonformal
3. TOT peningkatan kompetensi pamong belajar
4. Diklat teknis peningkatan profesional berkelanjutan bagi pamong belajar

### E. PENGALAMAN KERJA

1. Penelitian dan evaluasi program pendidikan nonformal
2. Asessor BAN-PNF
3. Dosen Luar Biasa pada Program Studi Pendidikan Luar Sekolah FKIP Undana Kupang

## A. IDENTITAS

1. Nama Lengkap : Drs. Alexander B. Tanggela
2. Tempat/Tgl. Lahir : Sumba Barat Daya, 03 Januari 1962
3. Jabatan : Pamong Belajar Madya
4. Agama : Kristen Protestan
5. Alamat Tempat Tinggal : Jl. Salak.RT.20 RW 8 Kel. Oepura Kota Kupang
6. Telp./HP : 081339470845
7. E-mail : *j.tanggela@yahoo.com*

## B. TEMPAT BEKERJA

1. Instansi Induk : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
2. Satuan Kerja : Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
3. Unit Kerja : Balai Pengembangan Pendidikan AnakUsia Dini dan Pendidikan Masyarakat (BP-PAUD dan Dikmas) Nusa Tenggara Timur
4. Alamat Kerja : Jln. Perintis Kemerdekaan Kel. Kayu Putih Kota Kupang

## C. RIWAYAT PENDIDIKAN UMUM

- SD di Sumba Barat Daya Tahun1975
- SMP di Sumba Barat Daya Tahun 1982
- SMA di Sumba Timur, 1985
- Undana Kupang (S1) di Kupang, Tahun1992

## D. RIWAYAT DIKLAT

1. Diklat teknis pamong belajar.
2. TOT peningkatan kompetensi pamong belajar
3. Diklat teknis peningkatan profesional berkelanjutan bagi pamong belajar

## E. PENGALAMAN KERJA

1. Pengembangan Model PAUD dan Dikmas
2. Dosen Luar Biasa pada Program Studi Pendidikan Luar Sekolah FKIP Undana Kupang