



Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan,
Riset, dan Teknologi
Tahun 2022



MODUL AJAR PROJEK IPAS

Projek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial



PEMBUATAN KOMPOS

SMK
FASE E
(Kelas X)

Elcha Bagus Narendra Putra, M.Pd

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, Penulis telah berhasil menyusun Modul Ajar Projek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) untuk Fase E jenjang SMK dengan baik. Tujuan disusunnya Modul Ajar ini adalah sebagai salah satu acuan atau bahan literasi bagi guru pengampu mata pelajaran Projek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) dalam membuat Modul Ajar, sehingga proses pembelajarannya lebih terarah, terencana, variatif, dan bermakna. Dengan demikian, Capaian Pembelajaran mata pelajaran Projek IPAS dapat terwujud.

Modul Ajar Projek IPAS untuk SMK Fase E yang telah disesuaikan dengan Alternatif Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang telah dianalisis dari Elemen yang tertera pada Capaian Pembelajaran. Disebut alternatif Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) artinya bapak ibu guru pengampu Mata Pelajaran Projek IPAS bebas menyusun Alur Tujuan Pembelajaran tanpa ada format atau struktur yang baku, namun tetap memperhatikan ketentuan- ketentuan dalam Panduan Pembelajaran dan Asesmen. Dengan demikian, komposisi, urutan, atau struktur Modul Ajar yang disusun dapat berbeda bergantung pada kreatifitas guru penyusun dengan memperhatikan komponen – komponen Modul Ajar.

Modul Ajar Projek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial yang telah disusun ini diharapkan dapat membantu kualitas layanan pembelajaran di SMK yang menerapkan Kurikulum Merdeka Belajar, khususnya pada Jenjang SMK Fase E. Modul Ajar Projek IPAS masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penyusun berharap dapat memperoleh kritik, saran, rekomendasi, evaluasi, dan kontribusi nyata dari berbagai pihak untuk kesempurnaan modul ajar ini. Penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi aktif dalam proses penyusunan Modul Ajar Projek IPAS SMK Fase E ini. Apabila terdapat kekurangan atau kekeliruan, maka dengan segala kerendahan hati akan penyusun perbaiki sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Malang, Juli 2022
Penyusun

Elcha Bagus Narendra Putra, M.Pd



DAFTAR ISI

| | |
|---|----|
| KATA PENGANTAR | 1 |
| DAFTAR ISI | 2 |
| A. INFORMASI UMUM | 4 |
| 1. Peta Kedudukan Modul Proyek IPAS..... | 4 |
| 2. Identitas Modul..... | 5 |
| 3. Kompetensi Awal..... | 5 |
| 4. Profil Pelajar Pancasila..... | 6 |
| 5. Sarana dan Prasarana..... | 8 |
| 6. Target Peserta Didik..... | 8 |
| 7. Model Pembelajaran yang digunakan..... | 8 |
| B. KOMPONEN INTI | 10 |
| 1. Elemen dan Capaian Pembelajaran..... | 10 |
| 2. Tujuan Pembelajaran..... | 10 |
| 3. Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran..... | 10 |
| 4. Asesmen Awal..... | 14 |
| 5. Hasil Asesmen Awal..... | 14 |
| 6. Langkah Pembelajaran..... | 15 |
| a) Pertemuan ke-1..... | 15 |
| b) Pertemuan ke-2..... | 17 |
| c) Pertemuan ke-3..... | 19 |
| 7. Refleksi Peserta Didik dan Pendidik..... | 22 |
| C. LAMPIRAN | 24 |
| 1. Lembar Kerja Peserta Didik..... | 25 |
| 2. Bahan Bacaan Pendidik dan Peserta Didik..... | 36 |
| 3. Daftar Pustaka..... | 57 |



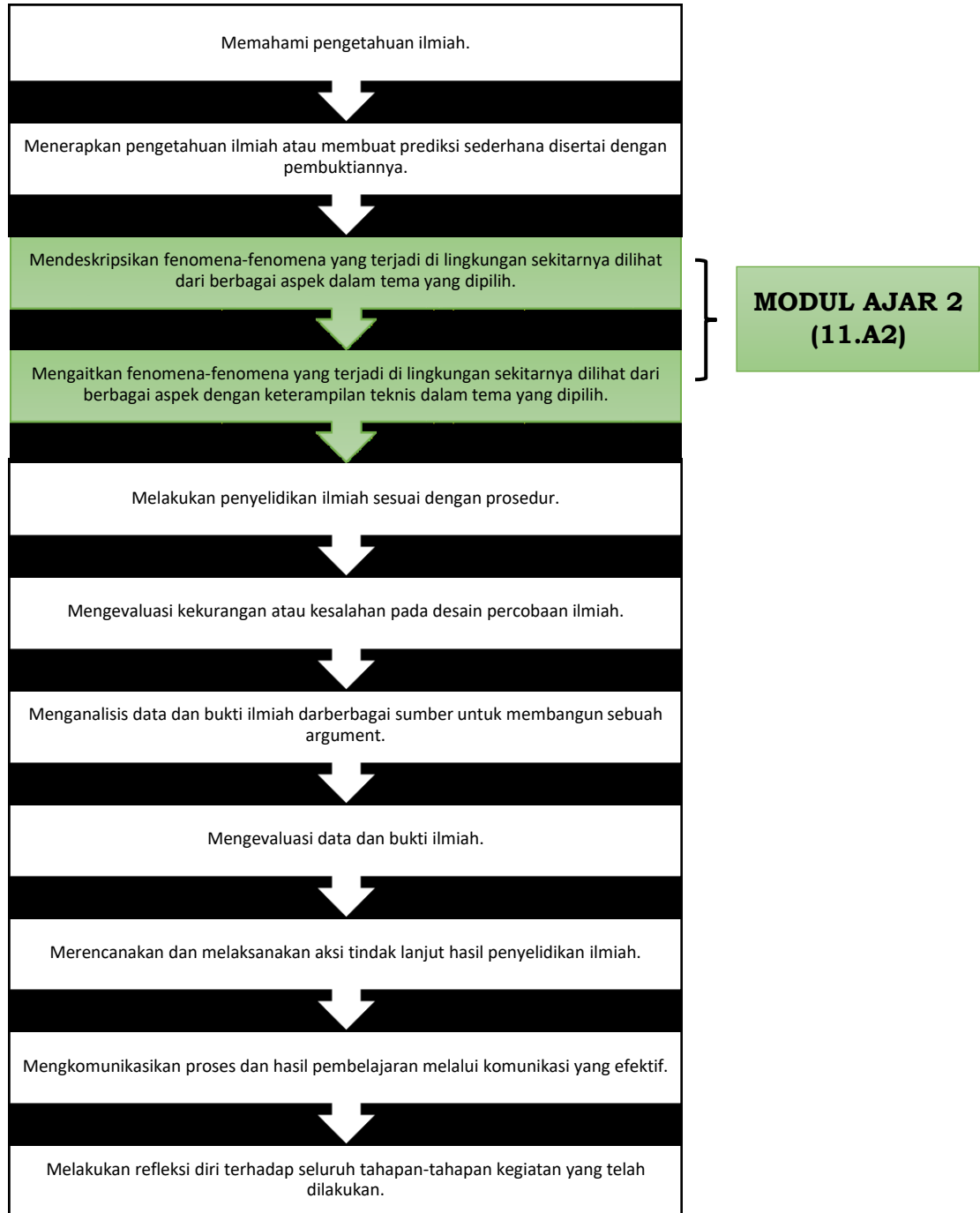


INFORMASI UMUM



A. INFORMASI UMUM

1. Peta Kedudukan Modul Projek IPAS



2. Identitas Modul

| | |
|---|--|
| ❖ Nama Penyusun: Elcha Bagus Narendra Putra, M.Pd | ❖ Mata Pelajaran Projek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) |
| ❖ Nama Institusi: SMK Negeri Tuter Pasuruan | ❖ Rumpun / Fase Teknologi / Fase E |
| ❖ Tahun Disusun: 2022 | ❖ Kata Kunci Pembuatan Kompos Sederhana |
| ❖ Jenjang / Kelas: SMK / Kelas 10 | ❖ Kode Perangkat 11.A2 |
| ❖ Alokasi Waktu 30 JP x 45 menit = 1350 menit | ❖ Jumlah Peserta Didik 36 peserta didik terbagi menjadi 9 kelompok (@ 4 peserta didik) |
| ❖ Jumlah Pertemuan 9 x pertemuan (1 pertemuan 6 JP) | ❖ Moda Tatap Muka (TM) |

3. Kompetensi Awal

Kompetensi awal adalah pengetahuan dan atau keterampilan yang perlu dimiliki peserta didik sebelum mempelajari Modul ajar ini. Kompetensi awal yang harus dimiliki peserta didik adalah kompetensi yang telah dicapai pada Fase D sebelumnya diantaranya

- (1) Peserta didik dapat menggunakan berbagai alat bantu dalam melakukan pengukuran dan pengamatan, memperhatikan detail yang relevan dari obyek yang diamati.
- (2) Secara mandiri, peserta didik dapat mengajukan pertanyaan lebih lanjut untuk memperjelas hasil pengamatan dan membuat prediksi tentang penyelidikan ilmiah.
- (3) Peserta didik merencanakan dan melakukan langkah-langkah operasional berdasarkan referensi yang benar untuk menjawab pertanyaan. Dalam penyelidikan, peserta didik menggunakan berbagai jenis variabel untuk membuktikan prediksi.
- (4) Menyajikan data dalam bentuk tabel, grafik, dan model serta menjelaskan hasil pengamatan dan pola atau hubungan pada data secara digital atau non digital.



- (5) Mengumpulkan data dari penyelidikan yang dilakukannya, menggunakan data sekunder, serta menggunakan pemahaman sains untuk mengidentifikasi hubungan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah.
- (6) Mengevaluasi kesimpulan melalui perbandingan dengan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan proses penyelidikan dan efeknya pada data. Menunjukkan permasalahan pada metodologi.
- (7) Mengkomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh yang ditunjang dengan argumen, bahasa serta konvensi sains yang sesuai konteks penyelidikan.

4. Profil Pelajar Pancasila

Peserta didik diharapkan dapat menunjukkan pembiasaan profil pelajar Pancasila dalam proses pembelajaran fase E, yakni

| No | Dimensi | Elemen | Subelemen | Harapan Perkembangan Akhir Fase E |
|----|--|-----------------------|---|--|
| 1 | Dimensi Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan Berakhlak mulia | akhlak beragama | Mengenal dan Mencintai Tuhan Yang Maha Esa | Menerapkan pemahamannya tentang kualitas atau sifat-sifat Tuhan dalam ritual ibadahnya baik ibadah yang bersifat personal maupun sosial. |
| | | akhlak kepada manusia | Elemen akhlak kepada manusia | Memahami dan menghargai perasaan dan sudut pandang orang dan/atau kelompok lain. |
| | | akhlak kepada alam | Memahami Keterhubungan Ekosistem Bumi | Mengidentifikasi masalah lingkungan hidup di tempat ia tinggal dan melakukan langkah-langkah konkret yang bisa dilakukan untuk menghindari kerusakan dan menjaga keharmonisan ekosistem yang ada di lingkungannya. |
| | | akhlak bernegara | Melaksanakan Hak dan Kewajiban sebagai Warga Negara Indonesia | Menggunakan hak dan melaksanakan Kewajiban kewarganegaraan dan terbiasa mendahulukan kepentingan umum di atas kepentingan pribadi sebagai |



| No | Dimensi | Elemen | Subelemen | Harapan Perkembangan Akhir Fase E |
|----|---|---|---|---|
| | | | | wujud dari keimanannya kepada Tuhan YME. |
| 2 | Bergotong Royong | kolaborasi | Kerja sama | Membangun tim dan mengelola kerjasama untuk mencapai tujuan bersama sesuai dengan target yang sudah ditentukan. |
| | | | Komunikasi untuk mencapai tujuan bersama | Aktif menyimak untuk memahami dan menganalisis informasi, gagasan, emosi, keterampilan dan keprihatinan yang disampaikan oleh orang lain dan kelompok menggunakan berbagai simbol dan media secara efektif, serta menggunakan berbagai strategi komunikasi untuk menyelesaikan masalah guna mencapai berbagai tujuan bersama. |
| 3 | Mandiri | Regulasi Diri | Menunjukkan inisiatif dan bekerja secara mandiri | Menentukan prioritas pribadi, berinisiatif mencari dan mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang spesifik sesuai tujuan di masa depan. |
| | | memperoleh dan memproses informasi dan gagasan | Mengajukan pertanyaan | Mengajukan pertanyaan untuk menganalisis secara kritis permasalahan yang kompleks dan abstrak. |
| | | | Mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan | Secara kritis mengklarifikasi serta menganalisis gagasan dan informasi yang kompleks dan abstrak dari berbagai sumber. Memprioritaskan suatu gagasan yang paling relevan dari hasil klarifikasi dan analisis. |
| | menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya | menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya | Menganalisis dan mengevaluasi penalaran yang digunakannya dalam menemukan dan mencari solusi serta mengambil keputusan. | |
| 4 | Kreatif | menghasilkan gagasan yang orisinal | - | Menghasilkan gagasan yang beragam untuk mengekspresikan pikiran dan/ atau perasaannya, menilai gagasannya, serta memikirkan segala risikonya |



| No | Dimensi | Elemen | Subelemen | Harapan Perkembangan Akhir Fase E |
|----|---------|--------|-----------|---|
| | | | | dengan mempertimbangkan banyak perspektif seperti etika dan nilai kemanusiaan ketika gagasannya direalisasikan. |

5. Sarana dan Prasarana

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan antara lain:

- Ruang Kelas, Outdoor
- Komputer/Laptop/ Gawai
- Jaringan Internet
- Alat Tulis dan Buku
- Proyektor dan LCD
- Alat dan bahan percobaan disesuaikan di LKPD tiap pertemuan

6. Target Peserta Didik

Target peserta didik untuk mempelajari konten ini adalah

- Peserta didik Kelas X Semua Bidang Keahlian .
- Peserta didik reguler/tipikal, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar
- Peserta didik yang telah menyelesaikan Fase sebelumnya, yakni Fase D

7. Model Pembelajaran yang digunakan

Model pembelajaran yang digunakan adalah model pembelajaran Tatap Muka (TM) dengan menggunakan strategi *Project Based Learning*.





KOMPONEN INTI



B. KOMPONEN INTI

1. Elemen dan Capaian Pembelajaran

Elemen

Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah

Capaian Pembelajaran

Peserta didik diharapkan dapat memahami pengetahuan ilmiah dan menerapkannya; atau membuat prediksi sederhana disertai dengan pembuktiannya.

Peserta didik menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek seperti makhluk hidup dan lingkungannya; zat dan perubahannya; energi dan perubahannya; bumi dan antariksa; keruangan dan konektivitas antar ruang dan waktu; interaksi, komunikasi, sosialisasi, institusi sosial dan dinamika sosial; serta perilaku ekonomi dan kesejahteraan. Peserta didik juga mengaitkan fenomena-fenomena tersebut dengan keterampilan teknis pada bidang keahliannya.

2. Tujuan Pembelajaran

Pada akhir pembelajaran, peserta didik mampu

TP 3. Mendeskripsikan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek dalam tema yang dipilih.

TP 4. Mengaitkan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek dengan keterampilan teknis dalam tema yang dipilih.

3. Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

Berdasarkan Tujuan pembelajaran, maka kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran adalah sebagai berikut:

Pertemuan ke-1:

TP.3.1. Menjelaskan ekosistem

TP.3.2. Membedakan komponen biotik dan abiotic

TP.3.3. Menjelaskan metode pengomposan

TP 4.1. Mengidentifikasi komponen biotik dalam pengomposan



- TP 4.2. Mengidentifikasi komponen abiotic dalam pengomposan
- TP 4.3. Menganalisis interaksi komponen biotik dan abiotik yang menunjang metode pengomposan

Pertemuan ke-2:

- TP.3.4. Menjelaskan pengertian zat, unsur, dan senyawa.
- TP.3.5. Menjelaskan perubahan fisika dan kimia.
- TP.3.6. Menjelaskan persamaan reaksi kimia
- TP.3.7. Menjelaskan pengertian dan ciri-ciri lembaga sosial
- TP 4.4. Menjelaskan sifat fisika dan kimia zat aktif hasil pengomposan
- TP 4.5. Menganalisis reaksi kimia yang terjadi pada pengomposan
- TP 4.6. Menganalisis perubahan fisika yang terjadi pada pengomposan

Pertemuan ke-3:

- TP.3.8. Menjelaskan pengertian interaksi sosial
- TP.3.9. Menjelaskan factor – factor terbentuknya interaksi sosial
- TP.3.10. Menjelaskan ciri-ciri interaksi sosial
- TP.3.11. Menjelaskan pengertian lembaga sosial
- TP.3.12. Menjelaskan ciri-ciri lembaga sosial
- TP 4.7. Menentukan skematik pengomposan skala kecil untuk diterapkan di masyarakat

Rincian hubungan KKTP dengan TP dan bentuk asesmen ditunjukkan pada tabel berikut

| Elemen Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah | | |
|---|--|---|
| <i>Syntak PJBL (1) : Menyiapkan pertanyaan atau penugasan proyek</i> | | |
| TP | Kriteria Ketercapaian TP (Eviden) | Asesmen |
| Pertemuan ke-1 : | | |
| Dasar Teori Metode Pengomposan Ditinjau dari Aspek Makhluk Hidup dan Lingkungannya | | |
| TP3. Mendeskripsikan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan | TP 3.1. Menjelaskan ekosistem TP 3.2. Membedakan komponen biotik dan abiotic TP 3.3. Menjelaskan | Asesmen Formatif (11.A2_LK-1) Dapat dilakukan dengan diskusi, tanya jawab, tes tertulis, atau tes lisan untuk mengecek pengetahuan awal |



| | | |
|---|---|--|
| sekitarnya dilihat dari berbagai aspek dalam tema yang dipilih | metode pengomposan | peserta didik tentang TP 3 dan TP 4. |
| TP 4. Mendeskripsikan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek dalam tema yang dipilih | <p>TP 4. 1. Mengidentifikasi komponen biotik dalam pengomposan</p> <p>TP 4. 2. Mengidentifikasi komponen abiotik dalam pengomposan</p> <p>TP 4. 3. Menganalisis interaksi komponen biotik dan abiotik yang menunjang metode pengomposan</p> | <p>Asesmen Formatif (11.A2_LK-2) Bertujuan untuk menilai proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran TP3. dan TP4.</p> <p>Asesmen Sumatif (11.A2_LK-3) Pemastian Ketercapaian TP kode TP3 dan TP4 yang meliputi penilaian pengetahuan, keterampilan, dan sikap yakni peserta didik dapat membuat infografis, rekaman video dalam bentuk konten tiktok, youtube, dll tentang materi tinjauan metode pengomposan berdasarkan aspek Makhluk hidup dan lingkungannya berdasarkan gaya belajar peserta didik (peserta didik terkadang ada yang suka menjelaskan dengan cara bercerita, menggambar, atau dengan gerakan).</p> <p>Pendokumentasian*) hasil pengamatan guru terhadap perkembangan sikap peserta didik berkenaan dengan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keaktifan • Kerja sama • Penghargaan akan disiplin waktu <p><i>*)disesuaikan dengan sikap apa yang ingin dinilai oleh guru</i></p> |

Pertemuan ke-2 :

Dasar Teori Metode Pengomposan Ditinjau dari Aspek Zat dan Perubahannya

| | | |
|--|---|---|
| TP3. Mendeskripsikan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek dalam tema yang dipilih | <p>TP 3.4. Menjelaskan pengertian zat, unsur, dan senyawa.</p> <p>TP 3.5. Menjelaskan perubahan fisika dan kimia.</p> <p>TP 3.6. Menjelaskan persamaan reaksi kimia</p> | <p>Asesmen Formatif (11.A2_LK-4) Dapat dilakukan dengan diskusi, tanya jawab, tes tertulis, atau tes lisan untuk mengecek pengetahuan awal peserta didik tentang TP 3 dan TP 4.</p> <p>Asesmen Formatif Proses (11.A2_LK-5)</p> |
| TP 4. | TP 4. 4. Menjelaskan | |



| | | | |
|--|----------|--|--|
| Mendesripsikan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek dalam tema yang dipilih | TP 4. 5. | sifat fisika dan kimia zat aktif hasil pengomposan | <p>Bertujuan untuk menilai proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran TP 3 dan TP 4</p> <p>Asesmen Sumatif (11.A2_LK-6) Pemastian Ketercapaian TP kode (1.4) dan (1.11) yang meliputi penilaian pengetahuan, keterampilan, dan sikap yakni peserta didik dapat membuat infografis, rekaman video dalam bentuk konten tiktok, youtube, dll tentang materi tinjauan metode pengomposan berdasarkan aspek zat dan perubahannya berdasarkan gaya belajar peserta didik (peserta didik terkadang ada yang suka menjelaskan dengan cara bercerita, menggambar, atau dengan gerakan).</p> <p>Pendokumentasian*) hasil pengamatan guru terhadap perkembangan sikap peserta didik berkenaan dengan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keaktifan • Kerja sama • Penghargaan akan disiplin waktu <p><i>*)disesuaikan dengan sikap apa yang ingin dinilai oleh guru</i></p> |
| | TP 4. 6. | Menganalisis reaksi kimia yang terjadi pada pengomposan perubahan fisika yang terjadi pada pengomposan | |

Pertemuan ke-3 :

Dasar Teori Penerapan Metode Pengomposan untuk mengurangi masalah lingkungan akibat Limbah rumah tangga Ditinjau dari Aspek Interaksi , komunikasi, sosialisasi, institusi sosial dan dinamika sosial

| | | | |
|--|----------|---|--|
| TP3. Mendeskripsikan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek dalam tema yang dipilih | TP 3.7. | Menjelaskan pengertian interaksi sosial | <p>Asesmen Formatif (11.A2_LK-7) Bertujuan untuk menilai proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran (1.8) dan (1.15) dilakukan dengan menggunakan observasi</p> <p>Pendokumentasian*) hasil pengamatan guru terhadap perkembangan sikap peserta didik berkenaan dengan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keaktifan |
| | TP 3.8. | Menjelaskan factor – factor terbentuknya interaksi sosial | |
| | TP 3.9. | Menjelaskan ciri-ciri interaksi social | |
| | TP 3.10. | Menjelaskan pengertian lembaga social | |
| | TP 3.11. | Menjelaskan ciri-ciri lembaga | |



| | | |
|---|---|---|
| | sosial | <ul style="list-style-type: none"> • Kerja sama • Penghargaan akan disiplin waktu <i>*disesuaikan dengan sikap apa yang ingin dinilai oleh guru</i> |
| TP 4. Mendeskripsikan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek dalam tema yang dipilih | TP 4. 7. Menentukan skematik pengomposan skala kecil untuk diterapkan di masyarakat | |

4. Asesmen Awal

Panduan pertanyaan untuk wawancara klasikal. Pertanyaan bisa dikembangkan.

| No | Pertanyaan | Ya | Tidak |
|----|---|----|-------|
| 1 | Apakah anda paham tentang ekosistem? | | |
| 2 | Apakah anda dapat membedakan komponen biotik dan abiotik? | | |
| 3 | Apakah anda paham tentang metode pengomposan? | | |
| 4 | Apakah anda paham tentang pengertian zat, unsur, dan senyawa? | | |
| 5 | Apakah anda dapat membedakan perubahan kimia dan fisika dalam metode pengomposan? | | |
| 6 | Apakah anda paham tentang reaksi kimia pada proses pengomposan anaerob? | | |
| 7 | Apakah anda paham tentang reaksi kimia pada proses pengomposan aerob? | | |
| 8 | Apakah anda paham tentang interaksi sosial? | | |
| 9 | Apakah ciri-ciri interaksi sosial? | | |
| 10 | Apakah anda paham tentang lembaga sosial? | | |
| 11 | Apakah ciri-ciri lembaga sosial? | | |

5. Hasil Asesmen Awal

Beri tanda (v) pada kolom yang sesuai:

| No | Nama Peserta Didik | KKTP | | | | | | | | | | | | | | | | | Ket | | | |
|----|--------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|--|
| | | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.7 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 3.8 | 3.9 | 3.10 | 3.11 | | 3.12 | 4.7 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Catatan:

Bagi Peserta didik yang telah melampaui KKTP 3.1 dapat melanjutkan KKTP 3.2 dan seterusnya sesuai urutan tiap pertemuan.



6. Langkah Pembelajaran

| a) Pertemuan ke-1 1 Pertemuan Tatap muka = 6 jp x 45 menit | | |
|--|-------------------------|--|
| No | Alokasi Waktu | Kegiatan |
| A | | |
| Pendahuluan | | |
| 1 | Persiapan (10 menit) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mengucapkan salam dan berdoa⁽¹⁾ sebelum memulai kegiatan 2. Peserta didik dihimbau untuk mematuhi protokol kesehatan dan selalu menjaga kesehatan 3. Peserta didik menjawab presensi yang dilakukan guru <p><i>Pembiasaan Profil Pelajar Pancasila</i> (1) Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia. Elemen Akhlak Beragama – Sub Elemen Pelaksanaan Ritual Ibadah</p> |
| 2 | Apersepsi (20 menit) | <ol style="list-style-type: none"> 4. Peserta didik mengingat kembali pertemuan sebelumnya tentang menyusun rumusan masalah dan hipotesis tentang pengelolaan sampah rumah tangga dengan cara pengomposan. 5. Peserta didik menyimak informasi terkait tujuan pembelajaran, penugasan, dan penilaian. Pada pertemuan ini, peserta didik mendiskusikan metode pengomposan dikaji dari aspek makhluk hidup dan lingkungannya. Hasil diskusi sebagai dasar dalam menentukan desain percobaan/penelitian pada modul ajar 3 (11.A3). 6. Peserta didik menjawab pertanyaan pemantik tentang tinjauan pengolahan limbah padat rumah tangga dengan cara pengomposan dengan aspek Makhluk Hidup dan Lingkungannya; zat dan perubahannya; Interaksi komunikasi, sosialisasi, institusi sosial, dan dinamika sosial 7. Peserta didik diberi penegasan bahwa projek yang akan dikembangkan nantinya akan diterapkan di lingkungan masyarakat sekitar. |
| B | | |
| Kegiatan Inti (Persiapan Mendesain Perencanaan Produk) | | |
| 1 | (45 menit) | <ol style="list-style-type: none"> 8. Peserta didik mengerjakan⁽¹⁾⁽²⁾ formatif (11.A2_LK-1) <p><i>Pembiasaan Profil Pelajar Pancasila</i> (1) Bernalar kritis Elemen: Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya – Sub Elemen: Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya</p> |



| a) Pertemuan ke-1 1 Pertemuan Tatap muka = 6 jp x 45 menit | | |
|---|---------------------------------------|--|
| No | Alokasi Waktu | Kegiatan |
| | | (2) Mandiri Elemen: Regulasi Diri – Sub Elemen : Menunjukkan inisiatif dan bekerja secara mandiri |
| 2 | (80 menit) | <p>Elemen 1: Menjelaskan fenomena secara ilmiah</p> <p>9. Peserta didik melakukan studi literatur^{(1)/(2)} tentang keterkaitan antara makhluk hidup yang terdiri dari manusia, tumbuhan, dan hewan yang saling bergantung satu dengan yang lain dan terhadap lingkungannya kaitannya dengan pengomposan sebagai salah satu prosedur pengolahan limbah.</p> <p>10. Peserta didik menganalisis teori dasar terkait komponen abiotik dan biotik pada pengolahan limbah padat dengan metode pengomposan dengan mengerjakan Lembar Kerja 11.A2_LK-2</p> <p>11. Produk berupa dasar teori pengolahan limbah padat dengan cara pengomposan, atau landfill ditinjau dari materi makhluk hidup dan lingkungannya (guru bisa mengarahkan dalam pengisian dasar teori dalam laporan projek bahwa dalam pengomposan sangat ditentukan dari komponen biotik dan abiotik).</p> <p><i>Pembiasaan Profil Pelajar Pancasila</i></p> <p>(1) Bergotong royong Elemen: Kolaborasi – Sub Elemen: Komunikasi untuk mencapai tujuan bersama Elemen: Kolaborasi – Sub Elemen : Kerjasama</p> <p>(2) Bernalar kritis Elemen: Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya – Sub Elemen: Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya</p> |
| 4 | (60 menit) | 12. Peserta didik membuat karya digital berupa infografis atau konten video tentang dasar teori sederhana berdasarkan kajian terkait hubungan komponen abiotik dan biotik dalam pengolahan limbah padat. (11.A2_LK-3) |
| 5 | (30 menit) | 13. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi, Peserta didik lain menanggapi. |
| C | Kegiatan Penutup (25 menit) | 14. Peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan 15. Peserta didik melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan |



| a) Pertemuan ke-1 1 Pertemuan Tatap muka = 6 jp x 45 menit | | |
|---|---------------|---|
| No | Alokasi Waktu | Kegiatan |
| | | 16. Peserta didik menyimak intruksi guru \ bahwa untuk pertemuan selanjutnya peserta didik diminta untuk menganalisis dasar teori pengolahan limbah padat ditinjau dari aspek zat dan perubahannya 17. Peserta didik diminta untuk mempelajari lebih banyak referensi youtube maupun sumber lainnya terkait zat dan perubahannya.. 18. Doa Penutup ⁽¹⁾ <i>Pembiasaan Profil Pelajar Pancasila</i> (1) Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia. Elemen Akhlak Beragama – Sub Elemen Pelaksanaan Ritual Ibadah |

| b) Pertemuan ke-2 1 Pertemuan Tatap muka = 6 jp x 45 menit | | |
|---|----------------------|--|
| No | Alokasi Waktu | Kegiatan |
| A | Pendahuluan | |
| 1 | Persiapan (10 menit) | 1. Peserta didik mengucapkan salam dan berdoa ⁽¹⁾ sebelum memulai kegiatan 2. Peserta didik dihimbau untuk mematuhi protokol kesehatan dan selalu menjaga kesehatan 3. Peserta didik menjawab presensi yang dilakukan guru <i>Pembiasaan Profil Pelajar Pancasila</i> (1) Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia. Elemen Akhlak Beragama – Sub Elemen Pelaksanaan Ritual Ibadah |
| 2 | Apersepsi (20 menit) | 4. Peserta didik mengingat kembali pertemuan pada modul ajar 1 tentang menyusun rumusan masalah dan hipotesis tentang pengelolaan sampah rumah tangga dengan cara pengomposan. 5. Peserta didik bertanya jawab dengan guru mendiskusikan hasil pertemuan sebelumnya tentang tinjauan aspek makhluk hidup dan lingkungannya pada metode pengomposan. 6. Peserta didik menyimak informasi terkait tujuan pembelajaran, penugasan, dan penilaian. Pada pertemuan ini, peserta didik mendiskusikan metode pengomposan dikaji dari aspek Zat dan Perubahannya. Hasil diskusi sebagai dasar dalam menentukan desain percobaan/penelitian pada modul ajar 3 (MA.A.3) . |



b) Pertemuan ke-2

1 Pertemuan Tatap muka = 6 jp x 45 menit

| No | Alokasi Waktu | Kegiatan |
|----------|--|---|
| | | <p>7. Peserta didik menjawab pertanyaan pemantik tentang tinjauan pengolahan limbah padat rumah tangga menggunakan cara pengomposan dengan aspek zat dan perubahannya.</p> <p>8. Peserta didik diberi penegasan bahwa proyek yang akan dikembangkan nantinya akan diterapkan di lingkungan masyarakat sekitar.</p> |
| B | Kegiatan Inti (Persiapan Mendesain Perencanaan Produk) | |
| 1 | (45 menit) | <p>9. Peserta didik mengerjakan⁽¹⁾⁽²⁾ formatif 11.A2-LK4</p> <p><i>Pembiasaan Profil Pelajar Pancasila</i> (1) <i>Bernalar kritis</i> Elemen: Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya – Sub Elemen: Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya Mandiri (2) <i>Elemen: Regulasi Diri – Sub Elemen : Menunjukkan inisiatif dan bekerja secara mandiri</i></p> |
| 2 | (80 menit) | <p>Elemen 1: Menjelaskan fenomena secara ilmiah</p> <p>10. Peserta didik melakukan studi literatur⁽¹⁾⁽²⁾ tentang keterkaitan antara zat dan perubahannya yang terdiri dari unsur, senyawa, campuran, perubahan fisika, perubahan kimia, dan reaksi kimia yang saling berkait dalam metode pengomposan.</p> <p>11. Peserta didik menganalisis teori dasar terkait perubahan zat pada pengolahan limbah padat dengan metode pengomposan dengan mengerjakan Lembar Kerja 11.A2 LK-5</p> <p>12. Produk berupa dasar teori pengolahan limbah padat dengan cara pengomposan ditinjau dari materi zat dan perubahannya (guru bisa mengarahkan dalam pengisian dasar teori dalam laporan proyek bahwa dalam pengomposan terjadi peristiwa perubahan zat.</p> <p><i>Pembiasaan Profil Pelajar Pancasila</i> (1) <i>Bergotong royong</i> Elemen: Kolaborasi – Sub Elemen: Komunikasi untuk mencapai tujuan bersama Elemen: Kolaborasi – Sub Elemen : Kerjasama (2) <i>Bernalar kritis</i> Elemen: Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya – Sub Elemen: Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya</p> |
| 4 | (60 menit) | <p>13. Peserta didik membuat karya digital berupa infografis atau konten video tentang dasar teori sederhana berdasarkan kajian terkait zat dan</p> |



| b) Pertemuan ke-2 | | |
|--|---------------------------------------|--|
| 1 Pertemuan Tatap muka = 6 jp x 45 menit | | |
| No | Alokasi Waktu | Kegiatan |
| | | perubahannya dalam pengolahan limbah padat metode pengomposan. (11.A2 LK-6) |
| 5 | (30 menit) | 14. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi, Peserta didik lain menanggapi. |
| C | Kegiatan Penutup (25 menit) | 15. Peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan 16. Peserta didik melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan 17. Peserta didik menyimak intruksi guru bahwa untuk pertemuan selanjutnya peserta didik diminta untuk menganalisis dasar teori interaksi, komunikasi, sosialisasi, institusi sosial, dan dinamika sosial agar menjadi referensi dalam mengaplikasikan desain rancangan percobaan di masyarakat sekitar. 18. Peserta didik diminta untuk mempelajari lebih banyak referensi youtube maupun sumber lainnya terkait zat dan perubahannya.. 19. Doa Penutup ⁽¹⁾ <i>Pembiasaan Profil Pelajar Pancasila</i> 1. Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia. Elemen Akhlak Beragama – Sub Elemen Pelaksanaan Ritual Ibadah |

| c) Pertemuan ke-3 | | |
|--|-------------------------|---|
| 1 Pertemuan Tatap muka = 6 jp x 45 menit | | |
| No | Alokasi Waktu | Kegiatan |
| A | Pendahuluan | |
| 1 | Persiapan (10 menit) | 1. Peserta didik mengucapkan salam dan berdoa ⁽¹⁾ sebelum memulai kegiatan 2. Peserta didik dihimbau untuk mematuhi protokol kesehatan dan selalu menjaga kesehatan 3. Peserta didik menjawab presensi yang dilakukan guru <i>Pembiasaan Profil Pelajar Pancasila</i> (1) Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia. Elemen Akhlak Beragama – Sub Elemen Pelaksanaan Ritual Ibadah |
| 2 | Apersepsi (20 menit) | 1. Peserta didik menyimak informasi terkait tujuan pembelajaran, penugasan, dan penilaian 2. Peserta didik menerima apersepsi bahwa dalam menyelesaikan masalah lingkungan, khususnya terkait limbah padat diperlukan kerjasama antar individu, diperlukan interaksi, komunikasi, |



c) Pertemuan ke-3

1 Pertemuan Tatap muka = 6 jp x 45 menit

| No | Alokasi Waktu | Kegiatan |
|----------|--|--|
| | | sosialisasi antar individu atau kelompok tertentu. |
| B | Kegiatan Inti (Mendesain Perencanaan Produk) Studi kasus | |
| 1 | (150 menit) | <p>Elemen 1: Menjelaskan fenomena secara ilmiah</p> <p>3. Peserta didik menerima penegasan dari guru bahwa manajemen komunikasi yang baik dapat membuat penanganan limbah, khususnya limbah padat menjadi efektif.</p> <p>4. Peserta didik melakukan studi literatur tentang interaksi sosial dan proses sosial, nilai sosial dan norma sosial, sosialisasi dan keteraturan sosial, penyimpangan dan pengendalian sosial dan kelompok sosial</p> <p>5. Peserta didik melakukan studi kasus tentang penanganan limbah padat ditinjau dari manajemen komunikasi dalam penanganan pencemaran lingkungan yang telah dilakukan instansi terkait (Desa, Kecamatan, atau dinas lingkungan hidup). Studi kasus dapat mengunjungi langsung ke dinas lingkungan hidup setempat terkait bagaimana pendekatan komunikasi dalam penanganan pencemaran lingkungan hidup.</p> <p>6. Peserta didik menganalisis untuk mencari solusi bagaimana cara mengajak masyarakat untuk ikut menangani pencemaran limbah melalui pengolahan limbah padat hasil kajian teori pertama dan kedua.</p> <p>7. Peserta didik secara berkelompok membuat laporan yang dapat digunakan sebagai dasar teori ketiga dalam projek.</p> |
| | 60 menit | 8. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi tentang analisa cara mengajak masyarakat untuk ikut mengelola limbah rumah tangga melalui pengomposan |
| C | Kegiatan Penutup (30 menit) | <p>9. Peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan</p> <p>10. Peserta didik melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan</p> <p>11. Peserta didik menyimak intruksi guru bahwa untuk pertemuan selanjutnya peserta didik diminta untuk mempelajari bagaimana produk hasil pengolahan limbah yang akan dirancang dapat mendatangkan keuntungan secara ekonomi (ekonomi dan kesejahteraan)</p> <p>12. Peserta didik diminta untuk mempelajari lebih banyak referensi youtube maupun sumber lainnya</p> <p>13. Doa Penutup⁽¹⁾</p> |



c) Pertemuan ke-3

1 Pertemuan Tatap muka = 6 jp x 45 menit

| No | Alokasi Waktu | Kegiatan |
|-----------|----------------------|--|
| | | <i>Pembiasaan Profil Pelajar Pancasila</i> 1. <i>Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia. Elemen Akhlak Beragama – Sub Elemen Pelaksanaan Ritual Ibadah</i> |



7. Refleksi Peserta Didik dan Pendidik

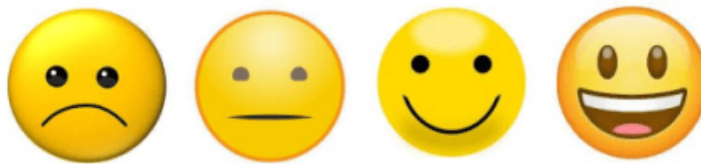
Refleksi Guru

1. Apakah peserta didik sudah memahami dan dapat mengerjakan semua tugas yang diberikan!
2. Hal baik apa yang muncul terkait kegiatan pembelajaran?
3. Apa yang perlu ditingkatkan selama kegiatan pembelajaran?

Refleksi Peserta Didik

Pada sesi sebelumnya, anda telah mengalami pembelajaran yang sudah dijelaskan sebelumnya. Dari pengalaman tersebut, mari kita melakukan refleksi dengan menjawab beberapa pertanyaan berikut:

1. Apa yang anda pelajari dari pembelajaran yang telah dilakukan?
2. Apa tantangan yang Anda rasakan selama pembelajaran yang telah dilakukan?
3. Hal baik apa yang muncul selama pembelajaran?
4. apa yang perlu ditingkatkan selama pembelajaran?
5. Pilihlah gambar di bawah ini yang mewakili perasaan adik- adik setelah mempelajari modul ajar ini?



LEMBAR OBSERVASI PEMBIASAAN PROFIL PELAJAR PANCASILA

Kaitan dimensi dan aktivitas pembiasaan proyek pada pembelajaran:

| Dimensi | Elemen Profil Pelajar Pancasila | Sub Elemen Profil Pelajar Pancasila | Target Pencapaian di akhir Fase E |
|---|--|--|---|
| <i>Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia.</i> | <i>Akhlak Beragama</i> | <i>Pelaksanaan Ritual Ibadah</i> | Melaksanakan ibadah secara rutin dan mandiri serta menyadari arti penting ibadah tersebut dan berpartisipasi aktif pada kegiatan keagamaan atau kepercayaan |
| <i>Mandiri</i> | <i>Regulasi Diri</i> | <i>Menunjukkan inisiatif dan bekerja secara mandiri</i> | Menentukan prioritas pribadi, berinisiatif mencari dan mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang spesifik sesuai tujuan di masa depan. |
| <i>Bergotong royong</i> | <i>Kolaborasi</i> | <i>Komunikasi untuk mencapai tujuan bersama</i> | Aktif menyimak untuk memahami dan menganalisis informasi, gagasan, emosi, keterampilan dan keprihatinan yang disampaikan oleh orang lain dan kelompok menggunakan berbagai simbol dan media secara efektif, serta menggunakan berbagai strategi komunikasi untuk menyelesaikan masalah guna mencapai berbagai tujuan bersama. |
| | | <i>Kerjasama</i> | Membangun tim dan mengelola kerjasama untuk mencapai tujuan bersama sesuai dengan target yang sudah ditentukan. |
| <i>Bernalar Kritis</i> | <i>Elemen: Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya</i> | <i>Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya</i> | Menganalisis dan mengevaluasi penalaran yang digunakannya dalam menemukan dan mencari solusi serta mengambil keputusan. |



c.



LAMPIRAN



1. Lembar Kerja Peserta Didik

LAMPIRAN 1:

ASESMEN FORMATIF (11.2_LK-1)

A. Informasi Asesmen

| | |
|--------------------|---|
| Jenis Asesmen | : Formatif |
| Metode | : Tes Tertulis |
| Tujuan | : Untuk mengecek pncapaian kompetensi peserta didik |
| Prasyarat | : Peserta didik telah menuntaskan Modul Ajar 1 tentang Pengetahuan Ilmiah (11.A1) |
| Aspek yang dibahas | : Makhluk hidup dan lingkungannya Zat dan perubahannya Interaksi komunikasi, Sosialisasi, Institusi Sosial, dan Dinamika Sosial |

B. Asesmen

Soal:

1. Setiap makhluk hidup pasti berada dalam suatu ekosistem. Jelaskan apa yang dimaksud dengan ekosistem!
2. Antara makhluk hidup yang satu dengan yang lain dapat terjadi hubungan timbal balik. Terdapat 6 (enam) jenis hubungan timbal balik yaitu simbiosis mutualisme, simbiosis parasitisme, simbiosis komensialisme, predatorisme, kompetisi, dan netralisme. Jelaskan masing-masing hubungan timbal balik tersebut.
3. Suatu ekosistem dapat berlangsung jika ada interaksi antara komponen abiotik dengan komponen biotik. Jelaskan perbedaan komponen abiotik dan biotik!
4. Limbah atau sampah rumah tangga merupakan hasil proses yang tidak memiliki nilai ekonomis dan mungkin merugikan jika tidak diolah dengan benar. Salah satu metode dalam mengolah limbah rumah tangga adalah dengan pengomposan.



Jelaskan bagaimana metode kompos tersebut?

5. Metode pengomposan dapat dibagi menjadi dua, yaitu metode pengomposan secara anaerob dan aerob. Jelaskan perbedaan metode pengomposan tersebut.
6. Metode pengomposan pada dasarnya memanfaatkan ekosistem yang dibuat untuk menghasilkan zat hara dari sampah organik. komponen ekosistem terdiri dari komponen abiotik dan biotik.
Sebutkan komponen abiotik dan biotik pada metode pengomposan!
7. Nitrogen merupakan unsur yang sangat dibutuhkan oleh setiap organisme. Namun, pada umumnya makhluk hidup tidak mampu memanfaatkan nitrogen secara langsung dari udara. Makhluk hidup membutuhkan daur nitrogen agar bisa mendapatkan nitrogen yang ada di alam. Oleh karena itu, Gambarkan dan jelaskan daur nitrogen, sehingga tumbuhan dapat mendapatkan nitrogen!
8. Pada metode pengomposan secara anaerob, bakteri yang digunakan menggunakan bakteri EM4 sebagai starter. Mengapa harus menggunakan bakteri EM4? Jelaskan!
9. Pada metode pengomposan secara aerob dilakukan dengan bantuan oksigen. Bagaimana langkah dalam membuat kompos aerob?
10. Kualitas kompos yang dibuat bergantung pada perlakuan saat pembuatannya, Jelaskan ciri-ciri kompos yang sudah jadi dan baik!
11. Kegiatan pengomposan sejatinya bertujuan untuk menjaga lingkungan dari limbah organik. Kegiatan tersebut dapat dirasakan manfaatnya jika dilakukan bersama-sama dalam suatu komunitas.
 - a. Jelaskan apa yang dimaksud dengan interaksi sosial!
 - b. Jelaskan syarat interaksi sosial!
 - c. Sebutkan dan jelaskan contoh tindakan yang mencerminkan interaksi sosial untuk menjaga lingkungan agar bersih dari sampah organik melalui kegiatan pengomposan!
12. Indonesia memiliki beberapa lembaga sosial yang memiliki tugas berbeda, misalnya Dinas Lingkungan Hidup yang berfungsi menangani kebijakan dibidang lingkungan hidup. Jelaskan
 - a. Apa yang dimaksud dengan lembaga sosial?
 - b. Jelaskan ciri-ciri lembaga sosial
 - c. Jika perkumpulan di masyarakat membentuk suatu komunitas



peduli lingkungan melalui kegiatan pengomposan, apakah dapat disebut sebagai lembaga sosial? Jelaskan mengapa!



LAMPIRAN 2:

**ASESMEN FORMATIF
(11.2_LK-2)**

A. Informasi Asesmen

- Jenis Asesmen : Formatif
- Metode : Tes Tertulis
- Tujuan : Untuk melihat progress pencapaian TP 3 dan TP 4
- Prasyarat : Peserta didik mempelajari terlebih dahulu materi ajar tentang Makhluk hidup dan lingkungannya (studi literatur)
- Aspek yang dibahas : Makhluk hidup dan lingkungannya

B. Asesmen

Instruksi : *Lakukan studi literatur, diskusikan dengan kelompok dan guru untuk mengisi!*

| Aspek yang ditinjau | Dasar Teori |
|----------------------------|---|
| Komponen ekosistem | <p><i>Lakukan studi literatur, diskusikan dengan kelompok dan guru untuk mengisi!</i></p> <p>Metode pengomposan dapat berupa pengomposan anaerob, aerob, dan vermikompos. Sebutkan dan jelaskan komponen ekosistem pada masing-masing metode pengomposan!</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pengomposan cara aerob<ol style="list-style-type: none">a. Komponen biotikb. Komponen abiotik2. Pengomposan cara anaerob<ol style="list-style-type: none">a. Komponen biotikb. Komponen abiotik |



| | |
|-------------------------------------|--|
| | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. Pengomposan cara vermikompos</p> <p>a. Komponen biotik</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>b. Komponen abiotik</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| <p>Interaksi komponen ekosistem</p> | <p><i>Lakukan studi literatur, diskusikan dengan kelompok dan guru untuk mengisi!</i></p> <p>Komponen biotik membutuhkan kondisi abiotik untuk mendukung proses kehidupannya. Kelangsungan hidup komponen biotik pada kompos menentukan kualitas kompos yang dihasilkan.</p> <p>Carilah literasi tentang kondisi abiotik yang ideal agar dihasilkan kompos yang berkualitas.</p> <p>1. Kondisi abiotik yang ideal untuk Pengomposan cara aerob</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>2. Kondisi abiotik yang ideal untuk Pengomposan cara anaerob</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. Kondisi abiotik yang ideal untuk Pengomposan cara vermipost</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |



LAMPIRAN 3:

ASESMEN SUMATIF (11.2_LK-3)

A. Informasi Asesmen

| | |
|--------------------|--|
| Jenis Asesmen | : Sumatif |
| Metode | : Penugasan |
| Tujuan | : Untuk memetakan ketercapaian TP 3 dan TP 4 |
| Prasyarat | : Peserta didik menyelesaikan 11.A2_LK-2 |
| Aspek yang dibahas | : Makhluk hidup dan lingkungannya |

B. Asesmen

Instruksi :
Buatlah salah satu produk yang menerangkan hasil kajian pada Lembar Kerja 2 (11.A2_LK-2). Produk dapat berupa:

1. Infografis, berupa teks, gambar, grafik . Hasil dapat dicetak untuk dipajang.
2. Rekaman video dalam bentuk konten tiktok, youtube, podcast, dll. Hasil dikirim melalui Google Drive.



LAMPIRAN 4:

ASESMEN FORMATIF (11.2_LK-4)

A. Informasi Asesmen

| | |
|--------------------|---|
| Jenis Asesmen | : Formatif |
| Metode | : Tes Tertulis |
| Tujuan | : Untuk melihat progress pencapaian TP 3 dan TP 4 |
| Prasyarat | : Peserta didik mempelajari terlebih dahulu materi ajar tentang Makhluk hidup dan lingkungannya (studi literatur) |
| Aspek yang dibahas | : Zat dan Perubahannya |

B. Asesmen

1. Semua yang ada disekitar kita termasuk dalam materi. Jelaskan apa yang dimaksud dengan materi!
2. Sesuatu zat disebut materi bila mempunyai massa dan berat. Jelaskan perbedaan kedua bsesaran tersebut!
3. Materi memiliki sifat kimia dan fisika. Tuliskan beberapa pengamatan di sekitarmu yang membedakan perubahan fisis dan kimia!
4. Sampah organik mengalami perubahan menjadi kompos akibat aktivitas mikroorganisme. Jelaskan perubahan fisika atau kimia yang terjadi pada sampah organik menjadi kompos!
5. Kompos mengandung banyak unsur hara yang baik bagi tanaman. Sebutkan lambang unsur beserta namanya unsur hara yang terkandung dalam kompos!
6. Pada waktu pengomposan terjadi kenaikan suhu pada bahan kompos (sampah organik). Jelaskan kenapa bisa terjadi kenaikan suhu!
7. Pada proses pengomposan menggunakan cara anaerob, mengapa harus dalam keadaan tertutup!
8. Mengapa pada proses pembuatan kompos dengan cara aerob tidak boleh sampai terkena hujan?



LAMPIRAN 5:

ASESMEN FORMATIF (11.2_LK-5)

A. Informasi Asesmen

| | |
|--------------------|---|
| Jenis Asesmen | : Formatif |
| Metode | : Tes Tertulis |
| Tujuan | : Untuk melihat progress pencapaian TP 3 dan TP 4 |
| Prasyarat | : Peserta didik mempelajari terlebih dahulu materi ajar tentang Makhluk hidup dan lingkungannya (studi literatur) |
| Aspek yang dibahas | : Zat dan Perubahannya |

B. Asesmen

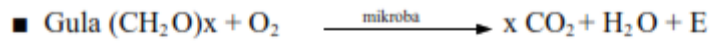
| Aspek yang ditinjau | Dasar Teori |
|---------------------|---|
| Zat/materi | <p>Lakukan studi literatur, diskusikan dengan kelompok dan guru untuk mengisi!</p> <ol style="list-style-type: none">Secara alami bahan-bahan organik akan mengalami penguraian, baik secara aerobik maupun anaerobik, dengan bantuan mikroba maupun biota tanah lainnya. Proses pengomposan secara sederhana dapat dinyatakan dalam persamaan reaksi kimia peruraian bahan organik.<ol style="list-style-type: none">Sebutkan zat yang digunakan sebagai reaktan/pereaksi pada pengomposan secara aerob (key: gula, selulosa, hemiselulosa (CH_2O)_x dan oksigen (O_2); senyawa organik - Nitrogen (N-organik); Senyawa organik - belerang (S-organik), dan senyawa organik - fosfor (P-organik))Sebutkan zat hasil reaksi pengomposan secara aerob dengan bantuan mikroba! (key: Karbondioksida (xCO_2) dan air (H_2O); ion Amonium; ion nitrat (NO_3^-); ion nitrit (NO_2^-); ion Sulfat; dan senyawa kalsium hidrogen fosfat ($Ca(HPO_4)$)Tuliskan reaksi kimia sederhana proses |



pengomposan secara aerob!

.....
(key:

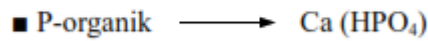
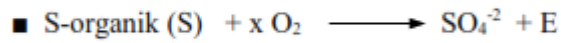
Secara aerob (Gaur 1982):



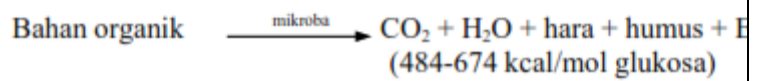
(Selulosa, hemiselulosa)



(Protein)



Reaksi utuh :



d. Rubahlah persamaan reaksi pada soal c menjadi kalimat !

.....
.....
.....
.....
.....

e. Sebutkan zat yang digunakan sebagai reaktan/pereaksi pada pengomposan secara anaerob

.....
(key: gula, selulosa, hemiselulosa $(CH_2O)_x$;
senyawa organik - Nitrogen (N-organik);
Senyawa organik - belerang (S-organik), dan
senyawa organik - fosfor (P-organik))

f. Sebutkan zat hasil reaksi pengomposan secara aerob dengan bantuan mikroba!

.....
(key: asam asetat (CH_3COOH) ; gas Amonia;
gas metana (CH_4) ; gas Karbondioksida (CO_2) ;
gas asam sulfida (H_2S) dan air (H_2O))

g. Tuliskan reaksi kimia sederhana proses pengomposan secara aerob!

.....
(key:



| | |
|------------------|---|
| | <p>Secara anaerob (Gaur, 1982):</p> <p>■ $(\text{CH}_2\text{O})_x \xrightarrow{\text{bakteri pembentuk asam}} x\text{CH}_3\text{COOH} \xrightarrow{\text{Methanomonas}} \text{CH}_4 + \text{CO}_2$</p> <p>■ N-organik \longrightarrow NH_3</p> <p>■ S-organik \longrightarrow $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} + \text{E}$</p> <p>Reaksi Utuh:</p> <p>Bahan organik $\xrightarrow{\text{mikroba}} \text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} + \text{humus}$ (26 kcal/mol glukosa)</p> <p>h. Rubahlah persamaan reaksi pada soal g menjadi kalimat</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| Perubahan materi | <p><i>Lakukan studi literatur, diskusikan dengan kelompok dan guru untuk mengisi!</i></p> <p>2. Setelah memahami proses pengomposan secara kimia, apakah terjadi perubahan fisika pada proses pengomposan, jelaskan alasan anda!</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. Proses pengomposan agar menghasilkan kompos yang bermutu, maka perlu dilakukan pengendalian proses pengomposan. Salah satunya adalah dilakukannya pengukuran terhadap tumpukan bahan yang akan dikomposkan. Sebutkan Pengukuran yang harus dilakukan untuk menjaga proses pengomposan adalah</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Key:</p> <p>(1) Pengukuran nilai C/N: pada awal pengomposan.</p> <p>(2) Pengukuran kelembapan: pada tiap 2 – 4 hari sekali</p> <p>(3) Pemeriksaan temperatur tumpukan: pada tiap 2-4 hari sekali</p> <p>(4) Pemeriksaan aerasi pada tiap 2 – 4 hari sekali</p> <p>(5) Pengamatan volume tumpukan.</p> <p>4. Jelaskan syarat dikatakan kompos memiliki mutu yang baik!</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |



LAMPIRAN 6:

ASESMEN SUMATIF (11.2_LK-6)

A. Informasi Asesmen

| | |
|--------------------|--|
| Jenis Asesmen | : Sumatif |
| Metode | : Penugasan |
| Tujuan | : Untuk memetakan ketercapaian TP 3 dan TP 4 |
| Prasyarat | : Peserta didik menyelesaikan 11.A2_LK-5 |
| Aspek yang dibahas | : Zat dan Perubahannya |

B. Asesmen

Instruksi :
Buatlah salah satu produk yang menerangkan hasil kajian pada Lembar Kerja 5 (11.A2_LK-5). Produk dapat berupa:

1. Infografis, berupa teks, gambar, grafik . Hasil dapat dicetak untuk dipajang.
2. Rekaman video dalam bentuk konten tiktok, youtube, podcast, dll. Hasil dikirim melalui Google Drive.



2. Bahan Bacaan Pendidik dan Peserta Didik

Materi Ajar Pada Modul Ajar 2 Tema Pengolahan Limbah Padat adalah sebagai berikut!

Modul Ajar 2

Tahap 2: Pengolahan Limbah Padat: Pengomposan

I. Pengolahan Limbah Padat

A. Pengertian Limbah

Pengertian limbah menurut PP nomor 22 tahun 2021 adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan. Sisa yang dimaksud adalah barang tersebut sudah tidak bernilai ekonomis. Limbah dapat berasal dari sisa proses produksi di industri maupun domestik atau rumah tangga. Jika ada masyarakat yang bermukim, maka pasti ada berbagai jenis limbah yang dihasilkan.

B. Jenis-Jenis Limbah

Limbah berdasarkan wujudnya dapat berupa limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Contoh limbah padat adalah kertas, plastik, sisa sayuran, dan lain-lain. Limbah cair misalnya air bekas mencuci, mandi, sisa pewarnaan kain, dan lain-lain. Limbah gas misalnya asap pembakaran.

Limbah berdasarkan pada sumbernya dapat dibagi menjadi dua, yakni limbah industri dan limbah domestik. Limbah industri dihasilkan dari proses produksi di industri atau di kawasan dengan produksi massal. Limbah domestik merupakan jenis limbah yang berasal dari konsumsi dalam rumah tangga.

Limbah berdasarkan tingkat bahayanya dibagi menjadi limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dan limbah non bahan berbahaya dan beracun (Non B3). Limbah B3 menurut PP nomor 21 tahun 2021 adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun. Bahan berbahaya dan beracun yang dimaksud adalah zat, energi, dan atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi,



dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan, merusak, dan atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Limbah non B3 adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan yang tidak menunjukkan karakteristik limbah B3.

C. Pengelolaan Limbah Domestik

Limbah domestik atau limbah rumah tangga adalah sisa kegiatan yang berasal dari kegiatan sehari-hari yang terjadi dalam rumah tangga, selain tinja dan sampah spesifik. Problematika sampah sampai sekarang masih menjadi topik hangat, karena populasi manusia semakin bertambah, sehingga sampah yang dibuang menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan tindakan untuk mengolah limbah rumah tangga agar tidak mencemari lingkungan dan tetap menjaga ekosistem.

Pengolahan limbah rumah tangga yang bisa dilakukan sehari – hari adalah

- a. memilah sampah berdasarkan jenis senyawanya, yakni sampah organik dan anorganik. Sampah organik adalah sampah yang dapat terurai secara alami tanpa proses campur tangan manusia. Sedangkan sampah anorganik adalah kebalikan dari sampah organik.
- b. Memanfaatkan sampah organik. Setelah dipisahkan, sampah organik dapat digunakan untuk berbagai hal, salah satunya diolah menjadi pupuk kompos untuk berkebun.
- c. Mengolah sampah anorganik. Sampah anorganik dapat diolah menjadi sesuatu yang bisa dimanfaatkan lagi, misalnya botol untuk tempat alat tulis, pot tanaman, hiasan, atau lainnya.



D. Metode Pengolahan Limbah Domestik

Limbah domestik berdasarkan wujudnya dapat berupa limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Pada modul ajar 2 (MA.A.2) yang didiskusikan adalah limbah domestik yang berupa padatan, seperti sisa sayuran, plastic, kertas, dan alat sisa rumah tangga lainnya. Limbah atau sampah tersebut dapat diolah melalui beberapa metode pengolahan limbah padat domestik, yaitu:

1. Penimbunan (*Landfill*)



Figure 1 Pengolahan Limbah Domestik dengan Penimbunan (Sumber <https://www.harapanrakyat.com/wp-content/uploads/2022/03/Warga-Hegarsari-Kota-Banjarnegara-Keluhkan-Sampah-Menumpuk-Tak-Diambil-Petugas.jpg>)

Terdapat dua cara penimbunan sampah yang umum dikenal, yaitu metode penimbunan terbuka atau open dumping dan metode sanitary landfill. Pada metode penimbunan terbuka, sampah dikumpulkan dan ditimbun begitu saja dalam lubang yang dibuat pada suatu lahan, biasanya di lokasi tempat pembuangan akhir (TPA). Metode penimbunan merupakan metode kuno yang memberikan dampak negatif lain. Di lahan penimbunan terbuka, berbagai hama dan kuman penyebab penyakit dapat berkembang biak. Gas metan yang dihasilkan oleh pembusukan sampah organik dapat menyebar ke udara dan menimbulkan bau busuk serta mudah terbakar. Cairan



yang tercampur dengan sampah dapat merembes ke tanah dan mencemari tanah serta air. Bersama rembesan cairan tersebut, dapat terbawa zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan.

2. Insinerasi



Figure 2 Insinerasi

(Sumber <https://www.radarlebong.rakyatbengkulu.com/wp-content/uploads/2022/01/Ilustrasi-Bahaya-Membakar-Sampah-Secara-Terbuka.jpg>)

Insinerasi adalah pengolahan limbah dengan cara pembakaran menggunakan suatu alat yang disebut *insinerator*. Kelebihan dari proses insinerasi adalah volume sampah berkurang sangat banyak, bisa mencapai 90 %. Selain itu, proses insinerasi menghasilkan panas yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik atau untuk memanaskan ruangan. Meski demikian, tidak semua jenis limbah padat dapat dibakar dalam insinerator. Jenis limbah padat yang cocok untuk insinerasi di antaranya adalah kertas, plastik, dan karet, sedangkan contoh jenis limbah padat yang kurang sesuai untuk insinerasi adalah kaca, sampah makanan, dan baterai.



3. Pengomposan



Figure 3 Pengomposan

(Sumber <https://bahasa.newsbytesapp.com/news/lifestyle/panduan-untuk-memulai-pengomposan-di-rumah/story>)

Kompos adalah hasil penguraian bahan – bahan organik yang dapat dipercepat dengan menambahkan populasi mikroorganisme dan menjaga lingkungan yang tepat. Pengomposan adalah proses penguraian bahan organik secara biologis menggunakan mikroorganisme.

Teknologi pengomposan sangat beragam. Berdasarkan proses pembuatannya, pembuatan kompos terdiri dari dua cara, yaitu proses aerob dan proses anaerob. Umumnya untuk mempercepat proses pengomposan digunakan aktivator pengomposan yang dapat berasal dari mikroorganisme atau dapat juga dari cacing (vermicompost). Hasil akhir dari pengomposan didapatkan bahan yang sangat dibutuhkan untuk kepentingan tanah pertanian.

a. Pengomposan secara aerob

Pengomposan aerob dilakukan di tempat terbuka dengan sirkulasi udara yang baik, sehingga dalam penguraian sampah organik menggunakan mikroorganisme aerob. Umumnya lama proses pembuatan kurang lebih dua bulan.

Pengomposan aerob menggunakan bahan baku material organik yang mempunyai perbandingan



unsur karbon (C) dan nitrogen (N) kecil (ratio C:N < 30:1), kadar air 40 – 50%, dan pH sekitar 6-8. Misalnya leguminosa, jerami, gedebog pisang, dan kotoran unggas. Material organik dapat ditingkatkan kadar keasamaannya dengan penambahan kapur dan untuk meningkatkan unsur karbon dapat menggunakan arang sekam padi ke dalam adonan pupuk.

b. Pengomposan secara anaerob

Pengomposan anaerob dilakukan di tempat tertutup dan memerlukan aktivator berupa mikroorganisme (starter) untuk mempercepat proses pengomposannya. Umumnya lama proses pembuatan kurang lebih 4-14 hari. Pembuatan kompos dengan cara anaerob sangat digemari karena prosesnya cepat, mudah, dan relatif murah. Pembuatan kompos dipercepat dengan menggunakan aktivator/inokulum/ dekomposer atau bidang kompos. Aktivator ini merupakan jasad renik (mikroba) yang bekerja mempercepat pelapukan bahan organik menjadi kompos. Aktivator yang digunakan sering disebut mikroorganisme (*starter*) pengolah limbah. Aktivator yang umum digunakan adalah *Effective microorganism-4* (EM-4).

Syarat Bahan kompos anaerob (tanpa udara) adalah

- (1.15)1.1. harus dicacah berukuran kecil (1 cm);
- (1.15)1.2. Aktivator harus tercampur merata ke seluruh bahan kompos agar proses pengomposannya lebih baik dan cepat;
- (1.15)1.3. Bahan kompos harus cukup mengandung air untuk mendukung kehidupan jasad renik di dalam aktivator kompos.
- (1.15)1.4. Bahan yang kering lebih sulit dikomposkan sedangkan bahan yang terlalu basah juga akan menghambat proses pengomposan.
- (1.15)1.5. Bak pengomposan perlu ditutup untuk melindungi bahan/jasad renik dari air hujan, cahaya matahari, penguapan,



dan perubahan suhu.

4. Cara Pembuatan Kompos dengan cara aerob.

Pembuatan kompos dengan cara aerob biasa dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- (1) Siapkan untuk bak pengomposan (lebar 1m dan panjang 1,5m). Lebih baik diberi peneduh agar tidak terkena air hujan.
- (2) Siapkan bahan organik dan cacah hingga menjadi potongan-potongan kecil
- (3) Susun semua bahan dalam bak secara berlapis-lapis. Tiap lapisan disiram air hingga kelembapan 40%. Lapisan bahan dapat dilihat pada gambar disamping.
- (4) Masukkan beberapa bambu yang sudah dilubangi kedalam bahan kompos dan tutup dengan terpal/karung goni.
- (5) Balik bahan kompos setiap minggu hingga diperoleh kompos matang (\pm 8 minggu).
- (6) Setelah 8 minggu, tinggi tumpukan tinggal 1/3 dari tinggi semula. Kompos sudah dapat dipanen jika teksturnya remah (mudah hancur), bau seperti tanah dan tidak menyengat, dan warna coklat kehitaman.



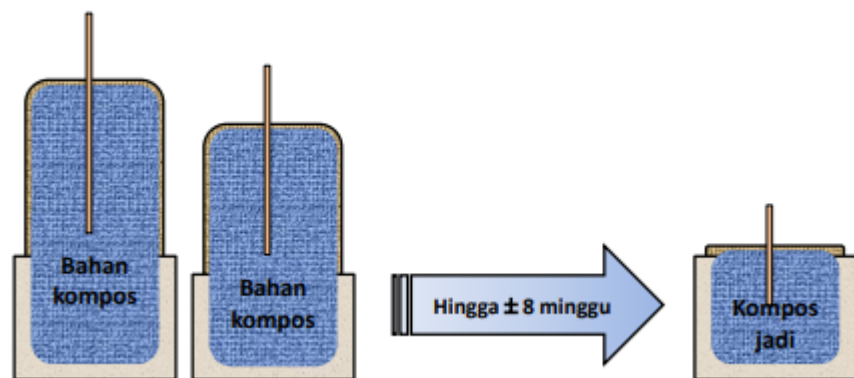
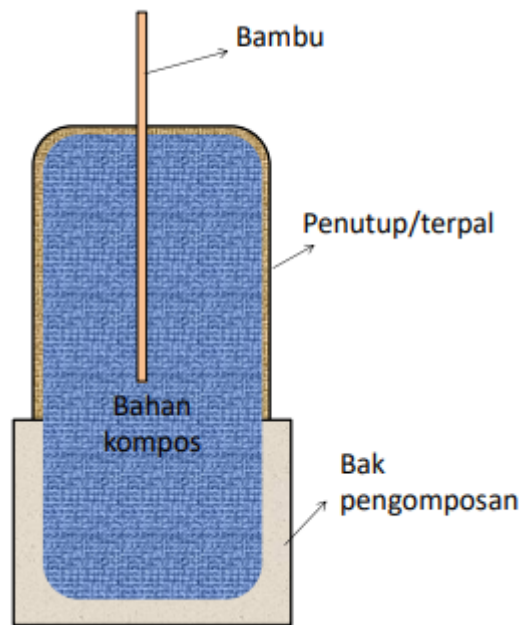


Figure 4 Bentuk bagian alat kompos

5. Cara Pembuatan Kompos dengan cara anaerob.

Cara membuat kompos dengan cara anaerob adalah :

- (1) Siapkan bahan kompos. Pilih bahan yang lunak terdiri dari limbah tanaman atau hewan seperti hijauan tanaman, ampas tahu, limbah organik rumah tangga, kotoran ayam, kotoran kambing, dll.
- (2) Contoh campuran (bahan harus kering):
 1. Kotoran ternak 1 blek
 2. Dedak halus 1 blek
 3. Arang sekam 1 blek
 4. Hijauan/serbuk gergaji/pakan ternak 1 blek



5. Molases atau tetes tebu 5 sendok makan
 6. EM4 5 sendok makan (1 sendok makan = 15 ml)
 7. Air 10 liter
- (3) Rajang bahan kompos hingga halus, semakin halus semakin baik.
 - (4) Siapkan terpal plastik dan campurkan seluruh bahan kompos hingga merata di atas terpal tersebut.
 - (5) Larutkan molases ke dalam air dan tambahkan EM4 dan aduk hingga merata.
 - (6) Siramkan larutan molases dan EM4 tadi ke dalam campuran bahan hingga diperoleh kadar air sekitar 40% (Cara: kepal campuran dan lepas, campuran masih menggumpal, namun bila disentuh jari akan pecah
 - (7) Ratakan campuran di atas terpal (atau lantai) dengan ketinggian 15 – 20 cm.
 - (8) Tutup campuran dengan sisa terpal atau karung goni hingga rapat,
 - (9) Setelah 4 – 5 hari kompos sudah jadi (matang) dengan ciri bau sedap seperti bau tape dan warnanya keputihan (ada lapisan jamur).

II. Makhluk Hidup dan Lingkungannya

1. Ekosistem

Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik tak terpisahkan antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem sebagai tatanan satu kesatuan cara yang begitu utuh serta menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup untuk saling mempengaruhi. Unsur-unsur lingkungan hidup ini dapat disebut juga unsur biotik dan abiotik, baik pada makhluk hidup maupun benda mati di dalamnya. Semuanya tersusun menjadi satu kesatuan dalam sebuah ekosistem yang masing-masing tidak dapat berdiri sendiri, melainkan harus



saling berinteraksi, saling mempengaruhi, sehingga tidak dapat dipisah-pisahkan.

2. Komponen Abiotik dan Biotik

Komponen dalam ekosistem kemudian dibagi lagi menjadi dua macam, yaitu komponen hidup dan komponen tak hidup. Selain itu komponen hidup dapat disebut juga sebagai komponen biotik, dan komponen tak hidup dapat disebut sebagai komponen abiotik.

a. Komponen Biotik

Istilah Biotik, memiliki arti “hidup”. Komponen biotik pada suatu ekosistem adalah makhluk hidup. Ekosistem tak akan pernah terbentuk tanpa adanya makhluk hidup didalamnya. Keberadaan makhluk hidup kemudian membentuk suatu rantai makanan dalam suatu ekosistem. Beberapa contoh dari komponen biotik yang ada lingkungan sekitar kita, antara lain:

- Organisme Autotrof atau Produsen, disebut sebagai produsen karena organisme ini mampu membuat makanannya sendiri, bahkan ia membuat makanan bagi organisme lain yang tinggal di ekosistem. Produsen kemudian akan membuat makanan dengan menyerap senyawa serta zat-zat anorganik yang akan diubah menjadi senyawa organik melalui suatu proses yang dinamakan sebagai fotosintesis.
- Organisme Heterotrof (Konsumen) memiliki sifat yang berbeda dengan organisme pertama. Organisme heterotrof ini memperoleh makanan dari organisme autotrof atau produsen dan akan memakan sesama organisme heterotrof lainnya. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa organisme heterotrof adalah organisme yang



menggunakan bahan-bahan organik dari organisme lain yang digunakan sebagai sumber energi dan makanannya. Sebagai contoh adalah manusia dan hewan. Ketiganya nanti dibagi lagi berdasarkan makanannya menjadi Herbivora, Karnivora serta Omnivora.

- Pengurai atau Dekomposer, merupakan Golongan terakhir dari komponen biotik dalam sebuah ekosistem. Pengurai atau dekomposer ini adalah organisme yang menguraikan sisa- sisa makhluk hidup (heterotrof atau autotrof) yang telah mati. Dengan kata lain, pengurai adalah organisme yang bekerja untuk merubah bahan bahan organik dari organisme yang telah mati menjadi senyawa anorganik melalui suatu proses yang dinamakan dekomposisi. Pengurai atau dekomposer akan menduduki jabatan penting dalam suatu rantai makanan di bumi, karena perannya paling akhir adalah kunci keberlangsungan rantai makanan. Beberapa contoh pengurai atau dekomposer yang ada di sekitar lingkungan tempat kita tinggal adalah ganggang, jamur, bakteri, cacing, dan lain sebagainya.

b. Komponen Abiotik

Komponen kedua dalam ekosistem adalah komponen abiotic atau komponen yang tak hidup. Dengan kata lain, komponen abiotik adalah komponen yang terdiri dari benda-benda bukan makhluk hidup tetapi ada di sekitar kita, dan ikut mempengaruhi kelangsungan hidup. Beberapa jenis komponen abiotik yaitu suhu, sinar matahari, air, angin, udara, kelembapan udara, dan banyak lagi benda mati yang ikut berperan dalam ekosistem. Berikut beberapa diantaranya:



- Suhu: Suatu proses biologis yang dipengaruhi oleh perubahan pada suhu, contohnya mamalia & burung sebagai makhluk hidup yang dapat mengatur sendiri suhu tubuhnya.
- Air: Sebuah ketersediaan air dapat mempengaruhi distribusinya suatu organisme Contohnya Organisme dapat beradaptasi dan bertahan hidup dengan memanfaatkan ketersediaan air yang berada di padang pasir.
- Garam: Konsentrat pada garam akan mempengaruhi keseimbangan air dalam organisme melalui Osmosis. Contohnya pada Beberapa organisme Terrestrial yang dapat beradaptasi pada lingkungan dan kandungan garamnya yang cukup tinggi.
- Sinar Matahari: Intensitas & Kualitas pada sebuah Cahaya Matahari akan mempengaruhi proses fotosintesis, karena air mampu menyerap cahaya sehingga proses fotosintesis dapat terjadi di sekitar permukaan matahari.

3. Interaksi komponen abiotik dan biotik, khususnya dalam pengomposan.

Pengolahan limbah organik padat domestik dapat menggunakan metode pengomposan. Metode pengomposan menggunakan dekomposer untuk menguraikan bahan-bahan organik pada sampah menjadi bahan-bahan yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Oleh karena itu, metode pengomposan sangat digemari karena selain dapat mengatasi pencemaran lingkungan juga dapat memberikan keuntungan dengan menyediakan nutrisi untuk tanaman.

Pengomposan menggunakan dekomposer untuk menguraikan bahan organik. Dekomposer termasuk dalam komponen biotik yang membutuhkan lingkungan



(komponen abiotik) yang mendukung. Komponen abiotik yang mendukung *starter* adalah kelembapan, kandungan karbon dan nitrogen (C/N), aerasi, dan pH.

III. Zat dan perubahannya

A. Materi

Ilmu kimia merupakan ilmu yang mempelajari segala sesuatu tentang materi, yaitu tentang susunan, sifat-sifat, struktur, perubahan, serta energi yang menyertai perubahan materi. Materi yang dimaksud adalah segala sesuatu yang mempunyai massa dan menempati ruang.

Materi dapat diklasifikasikan agar mudah dipahami. Klasifikasi materi berdasarkan wujudnya terdiri dari tiga wujud, yaitu, padat, cair, dan gas. Perbedaan masing-masing wujud materi adalah sebagai berikut:

| Gas | Cair | Padat |
|---|---|--|
| Tidak mempunyai volume dan bentuk yang tertentu. | Mempunyai volume tertentu, tetapi tidak mempunyai bentuk yang tetap, bergantung pada media yang digunakan | Mempunyai bentuk dan volume tertentu |
| Selisih jarak antarpartikel gas sangat renggang | Jarak antarpartikel zat cair lebih renggang. | Jarak antarpartikel zat padat sangat rapat |
| Partikel-partikel gas dapat bergerak dengan sangat bebas. | Partikel-partikel zat cair dapat bergerak bebas, namun terbatas. | Partikel-partikel zat padat tidak dapat bergerak bebas |

Materi memiliki sifat ditinjau berdasarkan hubungannya dengan pembentukan zat baru, yaitu (1) sifat fisika dan (2) sifat kimia. Sifat fisika adalah sifat yang berkaitan dengan keadaan fisik suatu zat. Sifat fisika termasuk di dalamnya bentuk, warna, bau, kekerasan, titik didih, titik beku, titik leleh, daya hantar, ukuran partikel, dan massa jenis (densitas). Sementara



itu, sifat kimia adalah sifat zat yang berhubungan dengan mudah atau sukarnya zat tersebut untuk bereaksi secara kimia.

B. Unsur, Senyawa, dan Campuran

Materi juga dapat diklasifikasikan menjadi unsur, senyawa, dan campuran berdasarkan susunannya.

1. Unsur

Unsur adalah zat tunggal yang tidak dapat dibagi lagi menjadi bagian yang lebih sederhana dengan proses kimia biasa dan tetap mempertahankan karakteristik asli dari unsur tersebut. Misalnya, seandainya emas apabila dibagi terus sampai bagian yang terkecil akan menjadi atom emas. Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur. Contoh unsur lain meliputi: besi, timah, seng, tembaga, dan nikel. Para ilmuwan menggunakan simbol tertentu untuk setiap unsur untuk mempermudah persamaan matematisnya. Berikut adalah beberapa contoh unsur logam dan non logam disertai simbolnya.

| No | Lambang Unsur | Nama Indonesia | No | Lambang Unsur | Nama Indonesia |
|----|---------------|----------------|----|---------------|----------------|
| 1 | H | Hidrogen | 20 | C | Karbon |
| 2 | Li | Litium | 21 | Si | Silikon |
| 3 | Na | Natrium | 22 | N | Nitrogen |
| 4 | K | Kalium | 23 | P | Fosfor |
| 5 | Cs | Cesium | 24 | As | Astetin |
| 6 | Be | Berilium | 25 | Sb | Antimon |
| 7 | Mg | Magnesium | 26 | O | Oksigen |
| 8 | Ca | Kalsium | 27 | S | Belerang |
| 9 | Sr | Stroinsium | 27 | Se | Selenium |
| 10 | B | Boron | 29 | F | Fluorin |
| 11 | Al | Aluminium | 30 | Cl | Klorin |
| 12 | Br | Bromin | 31 | I | Iodin |
| 13 | He | Helium | 32 | Ne | Neon |
| 14 | Ar | Argon | 33 | Kr | Kripton |



| | | | | | |
|----|----|---------|----|----|-------|
| 15 | Cr | Kromium | 34 | Fe | Besi |
| 16 | Mn | Mangan | 35 | Co | Kobal |
| 17 | Cu | Tembaga | 36 | Ni | Nikel |
| 18 | Zn | Seng | 37 | Au | Emas |
| 19 | Ag | Perak | 38 | Hg | Raksa |

2. Senyawa

Senyawa adalah zat tunggal/murni yang dapat diuraikan secara kimia menjadi dua zat atau lebih. Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menggunakan beragam senyawa, meliputi: air, gula, garam, asam cuka, dan beberapa bahan lainnya. Dua atau lebih atom dapat bergabung melalui reaksi kimia dan membentuk molekul. Molekul merupakan bagian terkecil dari suatu senyawa. Contoh pembentukan senyawa meliputi adalah, air yang memiliki rumus H_2O dapat diuraikan menjadi unsur hidrogen (H) dan oksigen (O). Senyawa terbentuk melalui proses pencampuran unsur secara kimia. Sifat suatu senyawa akan berbeda dengan sifat unsur-unsur penyusunnya. Misalnya, sifat air sebagai senyawa akan berbeda dengan sifat gas hidrogen dan oksigen sebagai unsur penyusunnya. Pada suhu kamar air berwujud cair, sedangkan hidrogen dan oksigen, keduanya berwujud gas. Air dapat digunakan untuk memadamkan api, sedangkan gas hidrogen merupakan zat yang mudah terbakar dan gas oksigen merupakan zat yang diperlukan dalam pembakaran.

3. Campuran

Campuran adalah suatu materi yang terdiri atas dua zat atau lebih yang masih mempunyai sifat zat asalnya dan tidak mempunyai komposisi yang tetap. Contoh beberapa campuran dalam kehidupan sehari-hari adalah susu coklat, air sungai, udara, batuan, garam beryodium, dan paduan logam. Campuran adalah suatu materi yang terdiri atas dua zat atau lebih yang masih mempunyai sifat zat



asalnya. Terdapat dua jenis campuran, yaitu campuran homogen dan campuran heterogen. Campuran homogen adalah campuran yang tidak dapat dibedakan zat-zat yang tercampur di dalamnya. Larutan gula, larutan garam, dan sirup merupakan contoh campuran homogen. Hal itu berbeda dengan campuran heterogen seperti air dan pasir yang masih dapat dibedakan keduanya (tidak larut).

4. Larutan

Larutan termasuk dalam campuran homogen. Larutan tersusun atas pelarut (solvent) dan zat terlarut (solute). Pelarut yang banyak digunakan adalah air. Senyawa lain yang dapat digunakan sebagai pelarut adalah senyawa organik yang dikenal juga sebagai pelarut organik, contohnya kloroform dan alkohol. Dalam larutan, ukuran partikel zat terlarut sangat kecil dengan diameter kurang dari 1 nm sehingga partikel zat terlarut tidak dapat dilihat walaupun menggunakan mikroskop ultra. Oleh karena itu, larutan terlihat homogen (serba sama). Pada dasarnya, larutan yang dikenal dalam kehidupan sehari-hari dapat dikelompokkan menjadi larutan yang bersifat asam, basa, atau garam.

C. Perubahan Materi

Berdasarkan sifat fisika dan kimia materi, perubahan suatu materi dapat berlangsung melalui 2 cara, yaitu perubahan fisika dan perubahan kimia. Perubahan fisika adalah perubahan zat yang tidak disertai dengan terbentuknya zat baru. Komposisi materi yang berubah secara fisika juga tidak akan berubah, misalnya es yang mencair. Baik dalam bentuk padat maupun dalam bentuk cair keduanya tetaplah air, yakni H_2O . Contoh perubahan fisika lainnya adalah menguap, mengembun, mencair, membeku, menyublim, melarut, serta perubahan bentuk (fisik) lainnya. Contoh perubahan fisika lainnya meliputi: kayu diubah menjadi kursi, beras diubah menjadi



tepung beras, gula dilarutkan dalam air, bola lampu listrik menyala, air berubah menjadi es.

Perubahan kimia adalah perubahan zat yang dapat menghasilkan atau membentuk zat baru dengan sifat kimia yang berbeda dengan zat asalnya. Perhatikan kayu yang dibakar, apakah kayu sebelum dan setelah dibakar akan menghasilkan zat yang sama? Jawabannya tentu tidak. Kayu sebelum dibakar mengandung serat selulosa, tetapi setelah dibakar berubah menjadi arang atau karbon. Dengan demikian, pada proses pembakaran kayu diperoleh zat baru yang memiliki sifat berbeda dengan zat sebelumnya. Proses pembakaran kayu yang mengakibatkan terbentuknya zat baru merupakan salah satu contoh perubahan kimia. Contoh lain perubahan kimia yang sering terjadi di alam adalah proses perkaratan besi. Besi sebelum berkarat merupakan unsur Fe, tetapi besi setelah berkarat berubah menjadi senyawa $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Berlangsungnya perubahan kimia dapat diketahui dengan ciri-ciri sebagai berikut.

1. Terbentuknya zat baru.
2. Terbentuk gas. Contoh reaksi kimia yang membentuk gas ialah reaksi logam magnesium (Mg) dengan asam klorida (HCl). Reaksi tersebut dapat ditulis sebagai berikut.
Magnesium + Asam klorida \rightarrow Magnesium klorida + gas hidrogen.
3. Terbentuknya endapan. Salah satu contoh reaksi yang dapat membentuk endapan ialah reaksi antara barium klorida (BaCl_2) dengan natrium sulfat (Na_2SO_4) menghasilkan endapan barium sulfat berwarna putih.
4. Terjadinya perubahan warna. Contoh reaksi kimia yang memberikan warna yang khas adalah reaksi antara tembaga sulfat (CuSO_4) dengan air (H_2O). Warna tembaga sulfat adalah putih, apabila ditambahkan air, warnanya berubah menjadi biru. Warna biru tersebut adalah warna senyawa baru yang terbentuk, yaitu $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

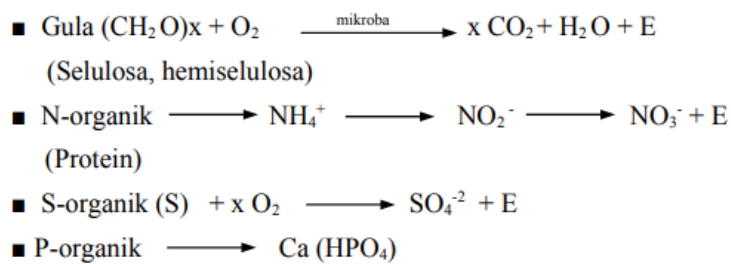


5. Terjadinya perubahan suhu.

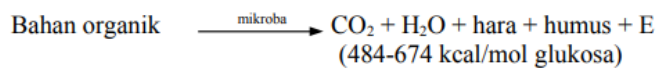
Contoh perubahan Kimia yang terjadi di alam meliputi: pembakaran kayu menjadi arang, singkong menjadi tapai, makanan basi, susu diubah menjadi keju, besi menjadi berkarat.

D. Prinsip Dasar Pengomposan ditinjau dari Aspek Zat dan Perubahannya

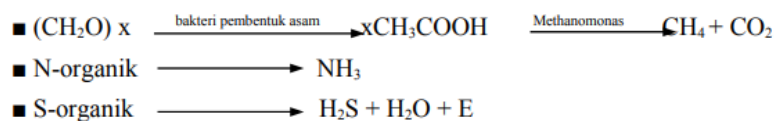
Secara alami bahan-bahan organik akan mengalami penguraian, baik secara aerobik maupun anaerobik, dengan bantuan mikroba maupun biota tanah lainnya. Namun proses pengomposan yang terjadi secara alami berlangsung lama/lambat dengan kualitas kompos yang rendah. Gaur (1982) mengemukakan proses alami peruraian bahan organik secara aerob dan anaerob sebagai berikut:



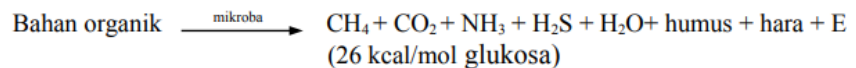
Reaksi utuh :



Secara anaerob (Gaur, 1982):



Reaksi Utuh:



Aktivitas mikroba dalam mengurai bahan organik memerlukan hara seperti N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe dan hara esensial lainnya. Hara tersebut diambil dari hara yang tersedia di lingkungannya, sehingga apabila bahan organik yang belum matang dimasukkan ke dalam tanah maka akan terjadi pengurasan hara oleh mikroba. Hal ini bisa berakibat



terjadinya persaingan antara mikroba dengan tanaman sehingga tanaman bisa kekurangan hara, dengan demikian maka bisa menghambat pertumbuhan tanaman. Namun demikian, setelah mikroba mati hara yang berasal dari mikroba bisa dilepas kembali dan bisa dimanfaatkan oleh tanaman.

Hasil akhir proses peruraian bahan organik secara aerob adalah CO₂, H₂O, hara, humus, dan E (energi = panas). CO₂ dilepas ke udara, H₂O sebagian menguap dan sebagian mengalir (leaching) ke tanah, hara kembali ke dalam tanah atau dimanfaatkan tanaman untuk memenuhi kebutuhannya, humus mengandung gugus-gugus reaktif yang mempunyai kapasitas tukar kation (KTK) tinggi sehingga dapat meningkatkan daya erap terhadap hara tanah menyebabkan hara tersebut tidak mudah hilang dari tanah, dan energi (E) dilepas dalam bentuk panas.

E. Interaksi Komunikasi, Sosialisasi, Institusi sosial dan Dinamika Sosial

1. Interaksi Sosial dan Proses Sosial

Interaksi sosial merupakan syarat utama terjadinya aktivitas-aktivitas sosial. Interaksi sosial merupakan hubungan-hubungan sosial yang dinamis menyangkut hubungan antara perorangan, antara kelompok dan kelompok manusia, atau antara perorangan dengan kelompok manusia. Interaksi sosial sangat berguna untuk mempelajari banyak masalah dalam masyarakat. Interaksi sosial menyebabkan individu/kelompok saling memengaruhi satu sama lain sepanjang hidupnya.

2. Syarat Interaksi Sosial

Syarat terjadinya interaksi sosial yaitu adanya kontak sosial



(*social contact*)

dan komunikasi (*communication*).

- Kontak sosial berarti terjadi hubungan secara fisik. Akan tetapi, sebagai gejala sosial kontak dapat terjadi baik secara langsung (*primer*) maupun tidak langsung (*sekunder*). Terjadinya kontak sosial tidak hanya bergantung dari tindakan seseorang, tetapi juga berdasarkan tanggapan (*respons*) seseorang terhadap tindakan tersebut. Misalnya, ketika seseorang melambaikan tangan maka *respons* dari pihak lain yaitu membalas dengan lambaian tangan. Selain *primer* dan *sekunder*, kontak sosial dapat bersifat positif dan negatif. Suatu kontak sosial dikatakan positif apabila mengarah pada kesepakatan atau kerja sama. Adapun kontak sosial dikatakan negatif apabila mengarah pada pertentangan.

- Komunikasi

Arti terpenting komunikasi adalah seseorang memberikan tafsiran terhadap perilaku/informasi/berita kepada orang lain. Orang yang bersangkutan kemudian memberikan reaksi terhadap perilaku/informasi/ berita tersebut. Beberapa komponen dalam proses komunikasi sebagai berikut.

- (1) Sumber informasi/pengirim pesan (*komunikator*).
- (2) Informasi/pesan yang disampaikan (*stimulus*).
- (3) Saluran/media.
- (4) Penerima informasi (*komunikan*).
- (5) *Respons* atau tanggapan dari penerima informasi.

Apabila dalam interaksi sosial salah satu komponen tersebut tidak terpenuhi dapat terjadi kegagalan dalam proses interaksi.



3. Tinjauan Interaksi Komunikasi, Sosialisasi, Institusi



Sosial, dan Dinamika Sosial Dengan Tema Pengolahan Limbah Padat

Sebagai bagian dari masyarakat, maka individu pasti akan mengalami interaksi sosial dengan individu lain di lingkungannya. Proses interaksi sosial dapat bersifat positif dan negatif. Dikatakan Kontak sosial bersifat positif jika mengarah pada kesepakatan atau kerja sama ke arah yang baik. Dengan demikian diharapkan setelah peserta didik memahami, merencanakan, melakukan, dan mengevaluasi metode pengomposan sehingga dihasilkan produk atau hasil kompos yang bernilai ekonomis, kemudian membagikan hasil yang didapat untuk kemslahatan bersama, menularkan sifat positif dalam interaksinya kepada masyarakat sekitar untuk ikut serta menjaga lingkungan dengan tidak membuang sembarangan sampah rumah tangga, namun mengolahnya menjadi produk yang aman bagi lingkungan.





DAFTAR PUSTAKA

- Herlina, L. & Iskandar, R.B. 2020. *Interaksi Makhluk Hidup dengan Lingkungannya*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (Online) <http://ditsmp.kemdikbud.go.id/download/ipa-modul-7-interaksi-makhluk-hidup-dan-lingkungannya/>, diakses pada tanggal 11 September 2021.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Santosa, E., Surono, Kosman, E., & Yuniarti, E. 2009. *Kompos: Prinsip Dasar dan Teknik Pengomposan*. Balai Penelitian Tanah: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- USAID. 2010. *Modul Pelatihan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat*. (Online) https://issuu.com/esp-usaid/docs/modul-pelatihan-cbswm_20100902_100843, diakses pada tanggal 02 Oktober 2021.
- Utomo, S.W., Sutriyono, & Rizal, R. *Modul 1: Pengertian, Ruang Lingkup Ekologi dan Ekosistem*. (Online) <http://repository.ut.ac.id/4305/1/BIOL4215-M1.pdf>, diakses pada tanggal 11 September 2021.
- Wikipedia. 2021. *Ekologi*. (Online) <http://repository.ut.ac.id/4305/1/BIOL4215-M1.pdf>, diakses pada tanggal 11 September 2021.

